

Kompensointiyksikön seuraaminen kiinteistöautomaatiolla

Esa Kokko

Sähkötekniikan koulutusohjelman opinnäytetyö
Sähkövoimatekniikan koulutusohjelma
Insinööri (AMK)

KEMI 2013

ALKUSANAT

Aluksi haluan esittää kiitokset Alstom Oy:lle ja Janne Kivirannalle. Kiitokset myös Sähköinsinööritoimisto Tuomo Tuominen Oy:n toimitusjohtajalle Kari Mikkilälle. Lisäksi kiitän työn ohjaajaa Ins Seppo Penttistä Kemi-Tornion ammattikorkeakoulusta, asiantuntevista neuvoista.

Eryisesti kiitokset perheelleni ja puolisolleni Marjalle, antamastanne tuesta kouluttautumisen ja opinnäytetyön tekemisen aikana.

Kuusamossa 10.4.2013

Esa Kokko

TIIVISTELMÄ

KEMI-TORNION AMMATTIKORKEAKOULU, Sähkötekniikka Koulutusala

Koulutusohjelma:	Sähkövoimatekniikka
Opinnäytetyön tekijä:	Esa Kokko
Opinnäytetyön nimi:	Kompensointiyksikön seuraaminen kiinteistöautomaatiolla
Sivuja (joista liitesivuja):	53 (7)
Päiväys:	10.4.2013
Opinnäytetyön ohjaajat:	Ins Seppo Penttinen, Ins Aila Petäjäjärvi
<p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli seurata kompensoinnin loistehonsäätimen toimintaa ja mittauksia kiinteistöautomaatiolla. Kompensoinnin seurannalla oli tarkoitus laajentaa kiinteistöautomaatiolla saavutettavia toimintoja ja parantaa kiinteistöä huolehtimista.</p> <p>Työssä on käsitelty teoriaa loistehosta ja harmonisista yläalloista. Loistehon hinnoitteluun perehdyttiin kolmen verkkoyhtiön hinnoittelun perusteella. Loistehon kompensointilaitteesta tutustuttiin Alstomin kompensointiparistoihin.</p> <p>Kompensoinnin seuranta toteutettiin Fidelix-kiinteistöautomaatiolla. Fidelixin tekniikkaan ja ohjelmointia käytiin tässä työssä läpi. Kompensointiyksikön säätimeksi valittiin Alstomin käyttämä NC-12-säädin. Yhteys toteutettiin Modbus RTU-yhteydellä. Kirjallinen saatavilla oleva aineisto kompensoinnista on vähäistä ja tiivistä kirjoitettua. Työssä keskityttiin kiinteistön tarpeisiin sähkön laadun suhteen.</p> <p>Opinnäytetyön tavoite saavutettiin. Fidelixin kiinteistöautomaatiolla voidaan seurata NC-12 kompensointiyksikönsäädintä ja sen avulla nähdään yksikön kulloisenkin toimintatilan ja mahdolliset hälytykset. Fidelixin-trenditaulukkotoiminto antaa runsaasti mahdollisuuksia seurata kompensoinnin toteutunutta toimintaa. Kompensoinnin kytkentätiheyttä ja mahdollisia hälytyksiä voidaan seurata takautuvasti.</p>	
Asiasanat: loisteho, kompensointi, kiinteistöautomaatio.	

ABSTRACT

KEMI-TORNIO UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES, Technology

Degree programme:	Electric power Engineering
Author(s):	Esa Kokko
Thesis title:	In building automation supervision of the capacitor bank
Pages (of which appendixes):	53 (7)
Date:	10 April 2013
Thesis instructors:	Engineer Seppo Penttinen, Engineer Aila Petäjajarvi
<p>The main goal of this thesis was to monitor the building automation reactive power controller. Power compensation was a way to expand functionalities of building automation and enhance real estate management.</p> <p>The purpose to was deal with the theory of reactive power and harmonics. Consider three network company's arguments pricing to the reactive power. Capacitors manufactured by Alstom's review.</p> <p>The monitoring of compensation was done with Fidelix building automation. The technology and programming Fidelix was using was discussed. Alstom's generally used NC-12 controller was chosen to be used as the controller of compensation unit. There is only little literature about compensation systems and the existing material is limited. This thesis will focus on the needs of real estates regarding the quality of electricity.</p> <p>The objective was achieved. With Fidelix's building automation system it is possible to monitor the NC-12 compensation unit controller. Compensation of units prevailing mode and possible detects and alerts can be observed from the controller. Fidelix's trend chart function provides plenty of opportunities to monitoring realization of compensation system's actions. It is also possible to monitor compensation switching frequency and alerts retrospectively.</p>	
Keywords: reactive power, compensation, building automation.	

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ.....	3
ABSTRACT.....	4
SISÄLLYS	5
KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET.....	7
1 JOHDANTO.....	8
2 TEORIAA LOISSÄHKÖSTÄ.....	10
2.1 Oikosulkumoottorin loistehontarve.....	11
2.2 Loistehonsiirron hinnoittelu	12
2.3 Esimerkki loistehon kustannuksista.....	15
2.4 Loisteho pienentää verkon siirtokapasiteettia	18
2.5 Kompensointi pienentää jännitteenalennamaa	19
2.6 Yliaallot	19
2.7 Häiriötapauksen selvittely	23
2.8 Käytetyt kompensointitavat.....	24
3 LOISTEHONKOMPENSOINTI ALSTON TUOTTEILLA	27
3.1 Loistehonsäädin Alstom NC-12.....	28
3.2 Automatiikkaparisto seinämalli.....	31
3.2 DW- sarjan estokelaparisto	31
3.3 D- sarjan estokelaparisto.....	32
4 FIDELIX-KIINTEISTÖAUTOMAATIO.....	34
4.1 Teknistä tietoa.....	35
4.2 Excel-tiedosto	38
4.3 Grafiikkaeditori	39
4.4 IEC-ohjelman esittely	40
5 TYÖN SUORITUS	42
5.1 Väylän muodostaminen	42
5.2 Säätimen muuttajat.....	43
5.3 IEC-ohjelmointi.....	45
5.4 Alakeskuksen parametointi.....	46
5.5 Käyttäjätason grafiikkakuva.....	47
6 TESTAUS	49
7 OHJE -TIEDOSTO	50

8 POHDINTA.....	51
LÄHTEET.....	52
LIITTEET.....	53

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

DPF	Displacement Power Factor
THD	Total Harmonic Distortion
PF	Power Factor
CCA-moduuli	Conroller Communication Adapter

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä tehtävänä on Alstom NC-12-loistehonsäätimen seuraaminen Fidelixin ala-aseamalla. Lähtökohtana on Fidelix-kiinteistöautomaation joustava laajennettavuus. Alstom NC-12-loistehonsäätimen kommunikointi protokolla on Modbus RTU, kuten Fidelixin käyttämä tiedonsiirtoprotokollakin. Tehtävänä on kiinteistössä olevan tiedon kerääminen yhteen paikkaan ja sen tiedon tehokas hyödyntäminen kiinteistön hyväksi.

Kiinteistöön kohdistuvat vuosittaiset kustannukset jakautuvat toiminnan mukaan usealle osa-alueelle. Kiinteistöautomaation käytöllä saadaan optimoituja kiinteistön olosuhteita ja perusteltua kustannukset esimerkiksi lämmityksen ja ilmastoinnin osalta. Sähkökulutusta optimoi erilaiset aikaohjaukset ja säätyvät moottorikäytöt. Kylmä- ja lämminvesimittarit ovat poistamassa arviolaskutuksen vedenkäytön osalta. Reaaliaikainen vedenmittaus muokkaa myös käyttötottumuksia taloudelliseksi helppolukuisen seurannan ansiosta.

Loistehomaksu on verkkoyhtiöllä luonteeltaan sanktiomaksu. Loistehon siirtoa mitataan yli 63 A:n tehosiirtosopimuksen mukaan. Loistehonsiirtomaksu on vältettävissä toimivalla kompensointilaitteistolla. Kompensointilaitteisto sisältää loistehonsäätimen. Kiinteistöautomaatioon liittymisen kustannuksia olisivat lisävarusteena toimitettavat kommunikointiyksiköt. Uusiin kohteisiin tämä tulikin määritellä jo laitehankintaan mukaan.

Opinnäytetyössä keskitytään loistehonsäätimen parametrien lukemiseen. Säätimen etäparametrintia eli säätimeen kirjoittamista ei tässä työssä toteuteta, vaikka teknillisesti se olisi mahdollista. Modbus-protokollan teoriaan ei tässä työssä syvällisemmin perehdytä. Väylän peruseriaatteiden tuntemus riittää laitteiden käyttöönottoon ja näin palvelu saavuttaa suuremman joukon käyttäjiä.

Kulutuslaitteista osa tarvitsee toimiakseen pätötehon P lisäksi myös loistehoa Q. Esimerkiksi laitteista moottorit, purkauslamput ja erilaiset muuntajat tarvitsevat loistehoa magneettikentän ylläpitämiseen. Loisteho voidaan ottaa verkosta tai se voidaan tuottaa loistehon kulutuskohteessa. Loistehon teoriaan ja yliaaltoihin tutustumme tarkemmin.

Tutustimme Alstom Grid Oy:n loistehonkompensointituotteisiin. Alstom Grid Oy tunnettiin aikaisemmin nimellä Nokia Capacitors, millä nimellä myös loistehonsäädin tunnetaan. Keskityimme Alstom NC-12-loistehonsäädintä käyttäviin tuotteisiin.

2 TEORIAA LOISSÄHKÖSTÄ

Kulutuslaitteista osa tarvitsee toimiakseen pätötehon P lisäksi myös loistehoa Q. Esimerkiksi laitteista moottorit, purkauslamput ja erilaiset muuntajat tarvitsevat loistehoa magneettikentän ylläpitämiseen. Näissäkin laitteissa varsinaisen työn tekee pätöteho. Pätöteho ja perustaajuinen loisteho muodostavat yhdessä näennäistehon S (kaava 1). Kuorman ottamavirta I lasketaan näennäistehosta (kaava 2). (ST -kortisto 52.15 2004,2; ABB 2000, 1.)

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (1)$$

missä:

S on näennäisteho

P on pätöteho

Q on loisteho

$$I = \frac{S}{\sqrt{3}U} \quad (2)$$

missä:

I on virta

S on näennäisteho

U on jännite

Sähköverkko mitoitetaan kokonaisvirran ja näennäistehon perusteella. Loistehon siirto sähköverkossa lisää johtojen ja muuntajien jännite-, teho- ja energiahäviöitä sekä vähentää pätötehon siirtokykyä. Kuormituksen loistehon tarpeen ilmaisee tehokerroin $\cos\phi$, joka saadaan perustaajuisen pätötehon ja perustaajuisen näennäistehon suhteesta(kaava3). Tehokerrointa esitetään eri yhteyksissä lyhenteellä DPF. Kuormitusten tyypillisiä tehokertoimia esitetään taulukossa 1. (ABB 2000,1)

$$\text{DPF} = \cos\varphi = \frac{P}{S} \quad (3)$$

missä:

$\cos\varphi$ on tehokerroin

P on pätöteho

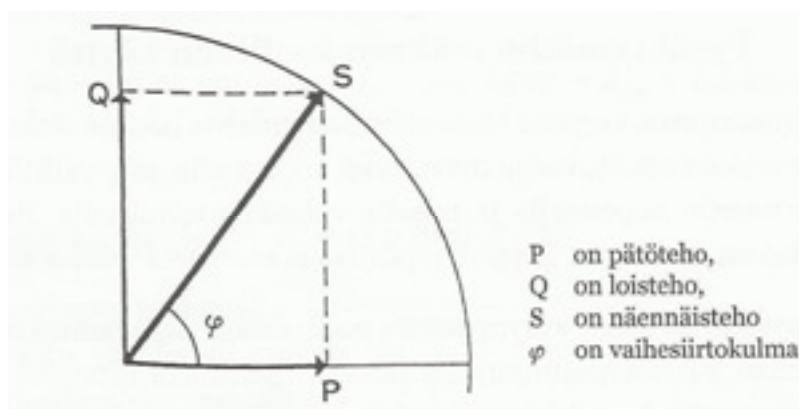
S on näennäisteho

Taulukko 1. Kuormituksen tyypillisiä tehokertoimia. (ABB 2000, 1)

Kuorma	$\cos\varphi$ tehokerroin (W / VA)	$\tan\varphi$ loistehon tarve (VAr / W)
Moottorit	0,7...0,85	1,0 0,62
Loisteputkivalaisimet:		
- kompensoimattomat	0,5	1,7
- kompensoidut	0,9	0,5
Tyristorikäytöt	0,4 0,75	2,3 0,9
Resistiivinen kuorma	1	0

2.1 Oikosulkumoottorin loistehontarve

Oikosulkumoottorien käyttämien tehojen suhde on esitetty kuviossa 1. Verkosta ottamalla pätöteholla P moottori tekee varsinaisen työn. Tehokerroin on pätötehon ja näennäistehon S välinen suhde ja on myös vaiheensiirtokulma $\cos\varphi$. Sähkömoottorin tehokerroin on yleensä noin 0,8 moottorien koosta riippuen. Moottorin tehokerroin laskee kuormituksen pienentyessä. Kolmivaiheisten moottoreiden loistehontarve on noin 0,5 – 1kVAr / 1 kW. (Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto 2010, 12).



Kuvio1 Sähkömoottorin tehokerroin (Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto 2010, 12).

2.2 Loistehonsiirron hinnoittelu

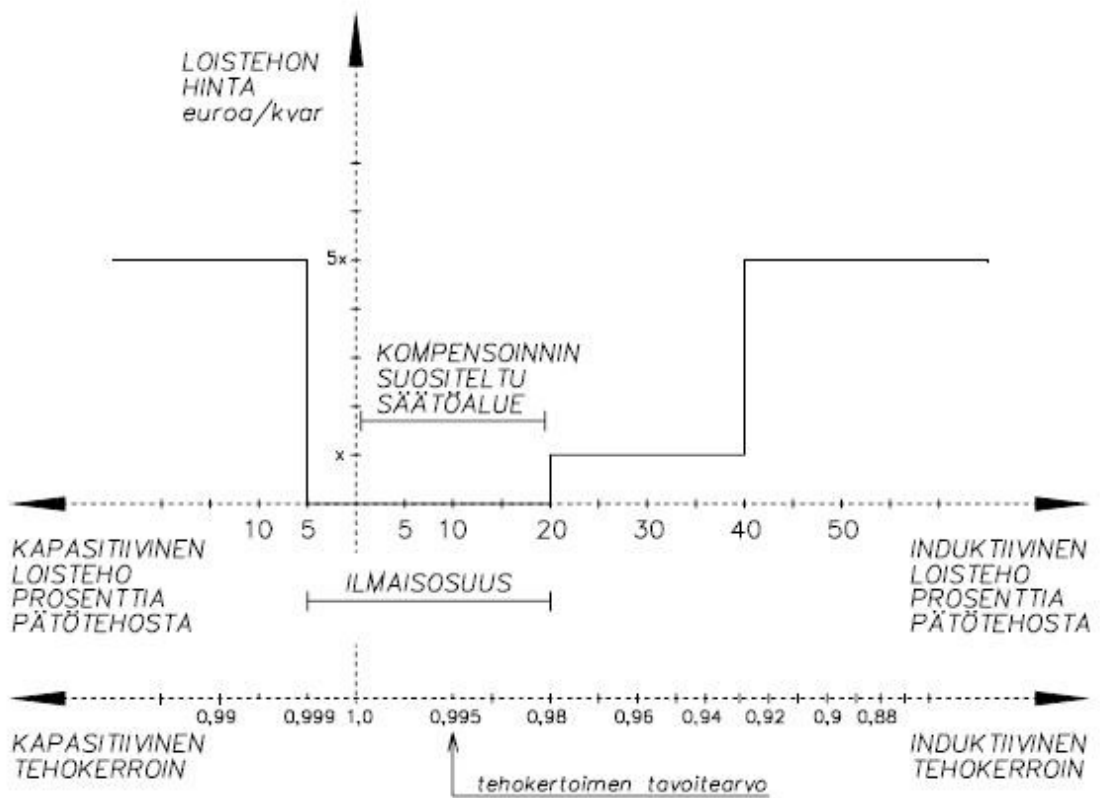
Loisteho ei ole pätöenergiaan rinnastettava kaupankäynnin kohde, vaan sähköverkon ja sähkölaitteiden sähköfysikaaliseen toimintaan kiinteästi liittyvä sähkötekninen suure. Loistehomaksulla verkkoyhtiö pyrkii ohjaamaan asiakkaittensa verkosta ottamaa ja verkkoon antaman loistehon määrää. Tavoitteena on loistehon siirron pysyvän verkkoyhtiön määrittämällä optimaalisella alueella. (Tampereen-sähkölaitos 2012, hakupäivä 19.3.2013)

Tampereen sähkölaitoksen laskutusperusteista

Loistehon hinnoittelu määritellään 1.1.2014 alkaen Tampereen-sähkölaitoksella seuraavasti ja esitetään myös kuviossa 2.

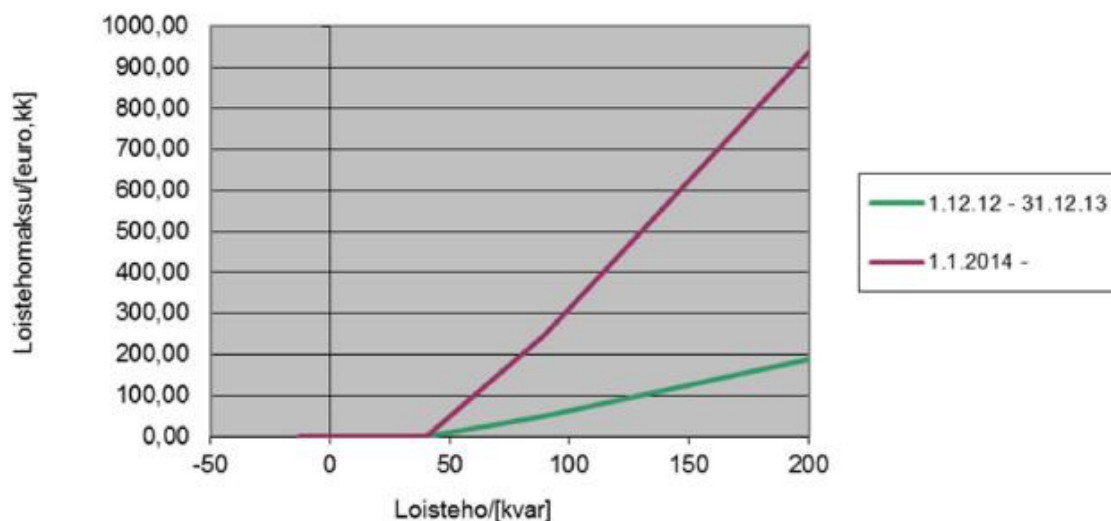
- Käyttöpaikkakohtainen laskutus pätöteho on liukuvan 12 kuukauden kahden suurimman laskutuskuukauden tuntitehon keskiarvo.
- Pien- ja keskijänniteverkon tehosiirtoasiakkaat:
 - Laskutettava induktiivinen loisteho on kuukauden suurin loisteho, josta on vähennetty 20 % laskutus pätötehon lukuarvosta tai vähintään 50kVAR.

- Induktiivisen loistehon hinta määräytyy välillä 20 -40 % laskutuspätötehon lukuarvosta kaavalla $x \text{ €/kVAr}$ ja sen ylimenevältä osalta $5x/\text{kVAr}$.
- Laskutettava kapasitiivinen loisteho on kuukauden suurin mitattu kapasitiivinen loisteho, josta on vähennetty 5 % tai vähintään 12,5kVAr laskutuspätötehon lukuarvosta. Tämän yli menevän osan laskutus tapahtuu kavalla $5x \text{ €/kVAr}$. (Tampereen-sähkölaitos 2012, hakupäivä 19.3.2013)



Kuvio 2. Loistehon hinnoitteluperuste 1.1.2014 alkaen. (Tampereen-sähkölaitos 2012, hakupäivä 19.3.2013)

Loistehon siirtomaksusta on esimerkki esitys kuviossa 3. Esimerkissä pätötehoa on 100 kW. Ilmaisosuus on 12,5 kVAr kapasitiiviselle puolelle ja 50 kVAr induktiiviselle puolelle. 50 kVAr ylittävältä osalta loistehomaksu on 6,25 €/kVAr. Kapasitiivisella puolella yli 12,5kVAR ylittävän loistehon maksu on myös 6,25 kVAr. (Tampereen-sähkölaitos 2012, hakupäivä 19.3.2013)



Kuvio 3 Loistehomaksu, kun laskutuspäteteho $P = 100\text{kW}$. (Tampereen-sähkölaitos 2012, hakupäivä 19.3.2013)

Oulun Energia Oy:n loistehon laskutusperiaatteita

Loistehoveloitus määräytyy laskutuskauden aikana esiintyneen suurimman 60 minuutin loistehuipun mukaan. Loistehuipusta jätetään veloittamatta 0,16kVAr kutakin samalla laskutuskaudella veloittavan päteho-huipunkilowattia kohden. Ylittävästä osuudesta sähkönkäyttäjältä peritään loissähkömaksua.

Tällä hetkellä negatiivisesta loissähköstä ei peritä maksua, vaikka ylikompensointia tuleekin tehokkaasti välttää. Tämän vuoksi sähkönkäyttäjän tulee resonanssivaaran välttämiseksi ryhtyä välittömästi korjaustoimenpiteisiin havaitessaan ylikompensointia verkossaan.

Edellisestä huolimatta voidaan yleissiirtoasiakkaaltakin periä loistehomaksua kuormitustyyppin ohjaamiseksi terveelle alueelle, jos yli 200A:n pääsulakkeella varustetun piensähkökäyttäjän loisteho-osuuden todetaan oleellisesti ylittävän aiemmin määritellyn rajat ja tästä voidaan olettaa johtuvan paikallista haittaa piirin muille osapuolille.

Virheellisesti toteutettu kompensointilaitteisto voi johtaa resonanssitilanteeseen, jossa kiinteistön laitteiston verkkoyhteensopivuuden kriteerit eivät täyty kompensointilaitteiston aiheuttamassa resonanssitilanteessa yliaalto - jännitteen tai –

virran sallittujen rajojen ylittymisen. Tällainen tilanne voidaan tulkita sähkökäyttäjän kondensaattoreiden aiheuttamaksi EMC - standardien ja – periaatteiden vastaiseksi tilanteeksi kiinteistön ja jakeluverkon välisessä rajapinnassa. (Oulun Energia 2012, hakupäivä 8.3.2013)

Fortumin Yleisohjeet

Hinnastossa osa loistehoa on ilmaista. Ylimenevästä osalta Fortum perii hinnaston mukaisen maksun. Loistehomaksu peritään molempiin suuntiin. Alueella, jolla on verkkokäskytysohjaus käytössä, tulee ennen loisteholaitteiden suunnittelua ottaa yhteyttä verkkoyhtiöön mahdollisten verkkokäskytysohjauslaitteiden vaatimien estokelojen asentamisen vuoksi. Suodatus on aina asennettava. EMC- direktiivi määrittelee vaatimukset EU:n alueella käytettyjen sähkölaitteiden häiriön siedolle ja päästölle. EMC – tuotestandardi EN 618000-3 sisältää taajuusmuuttajille asetetut (Fortum 2011, hakupäivä 18.3.2013)

Loistehomaksun perusteena on kuukausittainen loistehohuippu, josta on vähennetty 20 % saman kuukauden pätötehoisuuden määrästä. Loistehomaksu on hinnaston mukaan 4,55 €/kVAr 0 % alv.

2.3 Esimerkki loistehon kustannuksista

Esimerkkitalanteen loistehosiirron hinnan lasketaan Fortumin sähkönsiirron hinnaston mukaan. Esimerkiksi 45,0kW:n sähkömoottori-kuorma, jonka $\cos\varphi$ on 0,82, saadaan moottorin pätötehoksi kaavalla 6 seuraavaa:

$$S = \frac{P}{\cos\varphi} = \frac{45,0kW}{0.82} = 54.8kVA \quad (6)$$

missä:

S on näennäisteho

P on pätöteho

$\cos\varphi$ on tehokeroin

Loistehon tarve lasketaan kaavalla 1. Esimerkissä selvitetään induktiivisen loistehon kokonaismäärän. Verkkoyhtiöiden toivoma tehokerroin on 0.995 induktiivisella puolella: (Tampereen-sähkölaitos 2012, hakupäivä 19.3.2013).

$$Q = \sqrt{(S^2 - P^2)} = \sqrt{(54,8^2 - 45,0^2)} = 31,3 \text{ kVAr}$$

Pätötehon huippuna käytetään esimerkissä moottorin ottamaa pätötehoa, josta lasketaan kaavalla 7, 20 % vähennettäväksi loistehon huippuarvosta.

$$Q_v = \frac{P \times 20\%}{100} = \frac{45,0 \text{ kWh} \times 20\%}{100} = 9,0 \text{ kW} \quad (7)$$

missä:

Q_v on loistehosta vähennettävä lukuarvo

P on pätöteho

20 % on laskutusehdoista tuleva arvo

Kuukaudessa laskutettavan loistehosiirron hinta saadaan vähentämällä loistehohuippuarvosta 20 % saman kuukauden pätötehoihuippuarvosta. 20 % pätötehoihuippuarvosta on loistehosiirron verkkoyhtiön myöntämä ilmaisosuus. Laskutettavan loistehosiirron määrän lasketaan kaavalla 8.

$$Q_m = Q - Q_v = 31,3 \text{ kVAr} - 9,0 = 22,3 \text{ kVAr} \quad (8)$$

missä:

Q_m on maksettavan loistehosiirron määrä

Q on loistehonhuippuarvo

Q_v on loistehon ilmaisosuuden arvo

Kuukauden loistehosiirron hinta saadaan kertomalla loistehosiirtomäärä hinnaston mukaisella siirtomaksulla kaavalla 9. Vertailun vuoksi saadaan vuosikustannukset kertomalla kuukausikustannukset 12.

$$Q_{kulut} = Q_m \times a = 22,3kVAr \times 4,55 \text{ €/kVAr} \times kk = 101,5 \text{ €/kk} \quad (9)$$

Missä:

Q_{kulut} on loistehosiirron kuukausikulut

Q_m on loistehonlaskutettava määrä

a on loistehosiirron yksikkömaksu

Kuukausikustannus on 101.5 €/kk. Vuosikustannus kertaa 12 kuukautta on 1218.0 € vuodessa.

Esimerkki kompensointiyksikön hankintakustannuksista

Kompensointiyksikön hankintaan vaikuttavat aina teknilliset ja taloudelliset näkökohdat. Loistehosiirtokustannuksia tulee verrata kompensointiyksikön hankintakustannuksiin. Kompensointiyksikön huoltokustannukset ovat vuositasolla pienet, käsittäen puhdistuksen ja suodattimen vaihdon. Kompensoinnin käyttöönotto kannattaa sisällyttää kauppahintaan.

Kompensointilaitteiden hankinnasta aiheutuvat vuosikustannukset lasketaan kaavalla 10. Korkokantana tässä investointilaskelmassa käytetään 10 % korkokantaa. Takaisinmaksuaika on esimerkissä lyhyt, vain 4 vuotta.

$$K = \left[\frac{p}{100} + \frac{\frac{p}{100}}{\left(1 + \frac{p}{100}\right)^n - 1} \right] H \quad (10)$$

$$K = \left[\frac{10\%}{100} + \frac{\frac{10\%}{100}}{\left(1 + \frac{10\%}{100}\right)^4 - 1} \right] 3500.0\text{€} = 1104,25\text{€/vuosi}$$

missä:

K on vuosikustannus

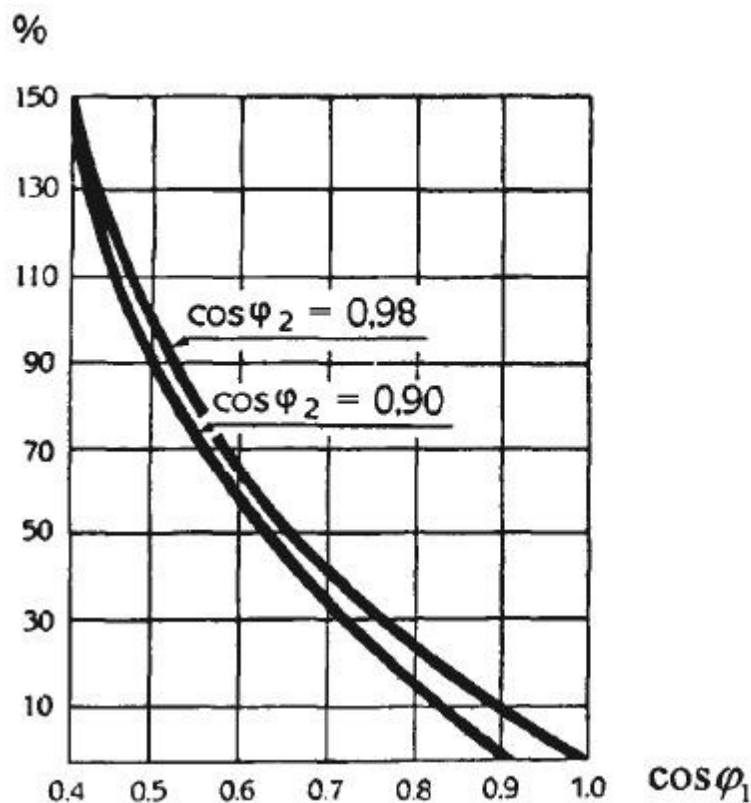
p on korkokanta

n on poistoaika vuosina

H on hankintahinta asennettuna

2.4 Loisteho pienentää verkon siirtokapasiteettia

Loistehon siirto kasvattaa siirrettävää kokonaisvirtaa ja pienentää verkon päätötehon siirtokapasiteettia. Kuorman ottama virta lasketaan näennäistehosta. Kuviossa 4 osoitetaan, kuinka paljon siirtokyky kasvaa tehokertoimen parantuessa. Esimerkiksi moottorikeskuksen alkuperäinen tehokerroin 0,7 kompensoidaan 0,98:aan, jolloin verkon siirtokyky kasvaa noin 40 %. (ST -kortisto 52.15 2004, 4)



Kuvio 4 Kompensoinnin aiheuttaman verkon siirtokapasiteetin lisäys. (ST -kortisto 52.15 2004, 3)

Kompensoinnin aiheuttaman kokonaisvirran pieneminen vähentää verkon päätötehohäviöitä. Häviöiden pienentyessä keskusten, kaapeleiden ja muuntajien lämpötila alenee. (ST- kortisto 52.15, 2004)

2.5 Kompensointi pienentää jännitteenalenemaa

Verkossa syntyvä jännitteen alenema U_a lasketaan likimäärin kaavalla 6.

$$U_a = RI_p + XI_q \quad (6)$$

missä:

U_a on jännitteenalenema

R on koko verkon resistanssi (Ω)

X on koko siirtoverkon reaktanssi (Ω)

I_p on pätövirta (A)

I_q on loisvirta (A)

Kompensointi pienentää loisvirtaa, jolloin yhtälön 6 mukaan pienenee myös jännitteenalenema. Alle 16mm^2 :n johtopoikkipinnoilla reaktanssi on pieni ja kompensoinnista aiheutuva jännitteen alenema merkityksetön. Suurilla poikkipinnoilla ja pitkillä siirtoetäisyyksillä vaikutus on merkittävä. Myös jakelumuuntajan jännitteenalenema prosentti pienenee merkitsevästi. (ST -kortisto 52.15 2004, 4)

2.6 Yliaallot

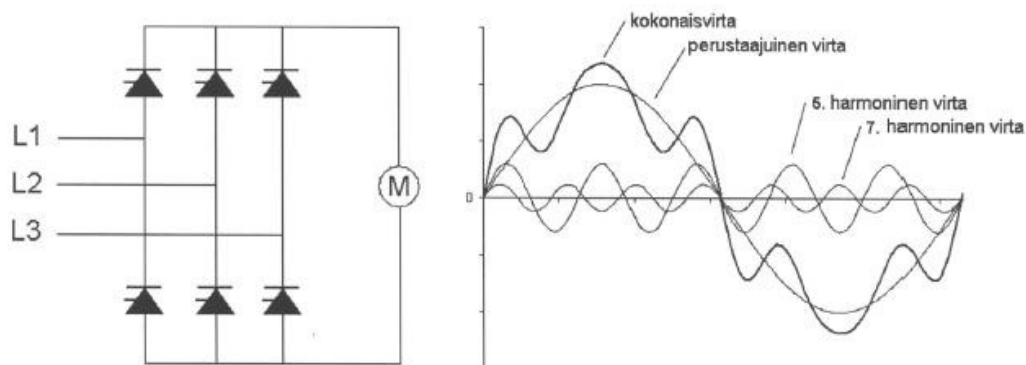
Yleisen jakeluverkon yliaaltojännitteiden suurin sallittu taso on määritelty jännitestandardissa SFS-EN 50160 Yleisen jakeluverkon jakelujännitteen ominaisuudet. Standardin SFS-EN 50160 mukaan normaalissa käyttöolosuhteessa viikon aikana 95 %:n jokaisen yksittäisen harmonisen yliaaltojännitteen tehollisarvon 10 minuutin keskiarvon tulee olla pienempi tai yhtä suuri kuin taulukossa 2 annettu arvo. Lisäksi jakelujännitteen harmonisen kokonaissärön (THD), mukaan lukien kaikki harmoniset yliaallot järjestysluvultaan 40:n saakka, tulee olla enintään 8 %. Käytännössä kuitenkin jo noin 3 % jännitesärö saattaa riittää aiheuttamaan ongelmia joidenkin laitteiden toiminnassa. (Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto 2006, 21)

Taulukko 2. Yliaaltojännitteen suurimmat sallitut arvot. (Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto 2006, 22)

Parittomat yliaallot, kolmella jaottomat		Parittomat yliaallot, kolmella jaolliset		Parilliset yliaallot	
Järjestysluku h	Yliaaltojännite %	Järjestysluku h	Yliaaltojännite %	Järjestysluku h	Yliaaltojännite %
5	6	3	5	2	2
7	5	9	1,5	4	1
11	3,5	15	0,5	6...24	0,5
13	3	21	0,5		
17	2				
19	1,5				
23	1,5				
25	1,5				
Kokonaissärö THD 8 %					

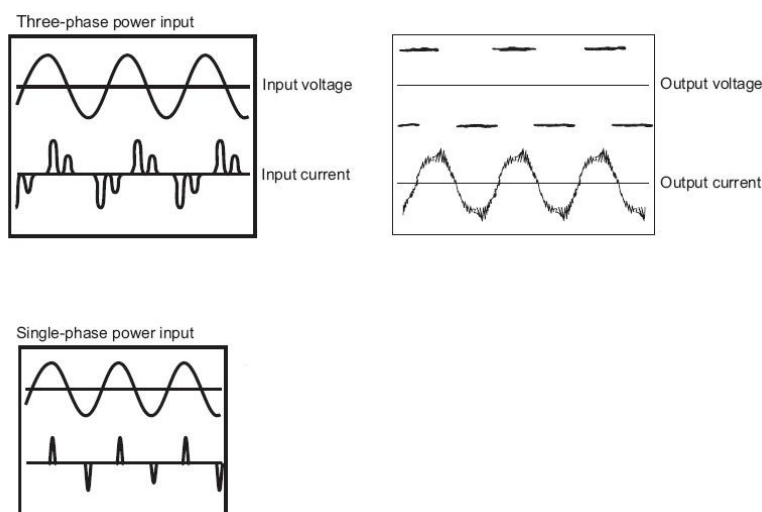
Harmonisten yliaaltojen synty

Harmonisia yliaaltoja syntyy elektroniikkalaitteissa, erityisesti hakkuriteholähteitä sisältävät laitteet. Elektroniikkalaitteet toimivat sisäisesti tasasähköllä. Hakkuriteholähteet muuttavat vaihtosähkön tasasähköksi diodisillan toimintaperiaatteiden mukaisesti. Hakkuriteholähde ottaa virtaa siniaallosta vain osan puolijakson ajasta. Nämä laitteet synnyttävät sähköverkkoon harmonisia parittomia yliaaltovirtoja eli 50Hz monikertoja kuviossa 5. Näitä virtoja nimitetään epälineaariseksi virraksi eli harmonisiksi yliaaltovirroiksi. (ST -kortisto 52.51.03 2006, 1)



Kuvio5 6-pulssi tasasuuntaajan kaavio ja virrankuvaaja. (ST -kortisto 52.16 2004, 5)

Taajuusmuuttajat synnyttävät harmonisia yliaaltoja, mutta eivät loistehoa kuviossa 6. Valmistajasta riippumatta kaikki taajuusmuuttajat synnyttävät käytännössä harmonisia yliaaltovirtoja. Viidettä yliaaltoa syntyy 35 – 40 %. Seitsemättä yliaaltoa syntyy 18 -20 %. Taajuusmuuttajan synnyttämät harmoniset yliaallot pysyvät lähes samansuuruisina, vaikka taajuusmuuttaja syöttää tyhjäkäyvää tai nimellistehoista moottorikuormaa.



Kuvio 6 Taajuusmuuttajanjännite- ja virtakuvaaja (Mitsubishi electric 2013, 277)

Yksivaiheiset laitteet synnyttävät kolmella jaollisia parittomia yliaaltoja eli 3., 9., 15., 21., jne. Nämä summautuvat nollajohtimeen kolmesta vaiheesta, sillä ne ovat keskenään samanvaiheisia. Täten nollajohtimessa kulkee perustaajuisen vaihejohtimen virran lisäksi kolminkertainen kolmella jaollisten parittomien yliaaltojen virta. Tästä johtuen niiden suodatus on mahdotonta. Ne voidaan ainoastaan siirtää esimerkiksi ns. suodattimen ja kuorman välille tai estää virran kulku virtapiirissä. Nollajohtimessa ei ole sulaketta ja siksi se voi ylikuumentua. (ST -kortisto 52.51.03 2006, 1)

Harmoninen yliaaltovirta synnyttää verkon impedanssissa harmonisia yliaaltojännitteitä, joiden summaa kutsutaan kokonaissäröksi THD.

Harmoniset yliaallot aiheuttavat erityisesti elektroniikkalaitteille itselleen, mutta myös muille mm. seuraavanlaisia ongelmia: (ST -kortisto 52.51.03 2006, 1)

- elektroniikka-, tele-, automaatio-, tietoliikennelaitteiden toimintahäiriöitä ja laitevikoja
- johdonsuojakatkaisijoiden ja vastaavien suojalaitteiden laukeamisia

- ohjaus- ja mittasignaalien vääristymiä
- kompensointikondensaattoreiden tuhoutumisia
- ylimääräisiä teho- ja jännitehäviöitä kaapeleissa, muuntajissa, moottoreissa ja generaattoreissa
- parittomat ja kolmella jaolliset yliaallot (3, 9, 15, 21, jne) ylikuormittavat nollajohtimia
- nollajohtimen yliaaltovirrat lisäävät sähköverkon jännite- ja tehohäviöitä, sähkö- ja magneettikenttiä sekä nollajohtimien kuumenemisia
- muuntajille ja moottoreille lisälämpenemisiä ja vaurioita
- moottoreille epätahtimomenteja, joita seuraa mekaanisia rasituksia moottoreiden laakereille ja rakenteille.

Säröteho

Särötehon määritelmä vaihtelee eri lähteissä, tässä säröteho määritellään kaavassa 6. Säröteho D ei tässä sisällä yliaaltotehoja, vaan yliaaltoloistehoja sekä eritaajuisten virtojen ja jännitteiden tuloja. Kuviossa 7 selvennetään tehojen summautumista. Kokonaispätötehon ja kokonaisnäennäistehon suhde PF. PF ottaa huomioon särötehon D kaavassa 5. (Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto 2006, 17)

$$D = \sqrt{(S^2 - P^2 - Q_1^2)} \quad (4)$$

missä:

D on säröteho

S on näennäisteho

P on pätöteho

Q_1 loisteho

$$PF = \frac{P}{S} = \frac{\sum_n P_n}{S} = \frac{P_1 + \sum_{n \neq 1} P_n}{S} \quad (5)$$

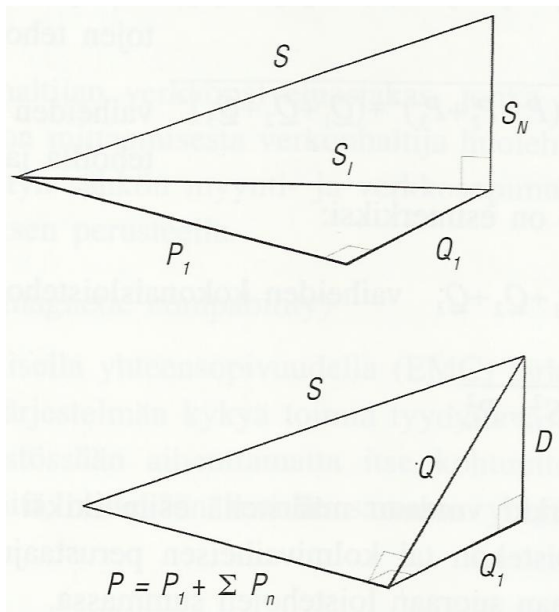
missä:

PF on Power Factor

S on näennäisteho

P on pätöteho

P_n on yliaaltojen tehojen summa



Kuvio 7. Perusaalto- ja yliaaltotehojen summautuminen on esitetty osoitinkuvana. (Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto 2006, 17)

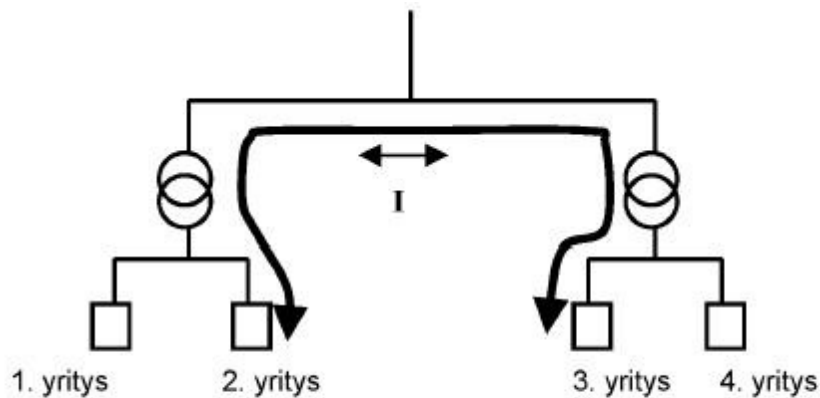
2.7 Häiriötapauksen selvittely

Jakeluverkon haltijan yleisissä verkkopalveluehdoissa määritellään miten on toimittava, kun havaitaan häiriöitä sähköjakeluverkossa. Käyttäjän tulee ilmoittaa sähköverkon viasta tai häiriöstä välittömästi sellaisen havaittuaan jakeluverkon haltijalle. Tämän on ilmoituksen saatuaan ryhdyttävä välittömästi toimiin vian tai häiriön korjaamiseksi.

Jos käyttäjän sähkölaitteet haittaavat merkittävästi toisen sähkökäyttäjien sähkökäyttöä, jakeluverkon haltijan tulee yhdessä käyttäjän kanssa määritellä keinot haitan poistamiseksi. Laitteen käyttö voidaan kieltää vain, mikäli se ei ole lainkaan mahdollista ilman muille aiheutuvaa merkittävää haittaa.

Sähköturvallisuuslain kohdissa 47 § - 51 § käsitellään sähkölaitteistojen aiheuttamia häiriöitä sekä niiden poistamis- ja korvausvelvollisuuksia. Mitä säädetään sähkölaitteistoista, koskee soveltuvilta osin myös yksittäisiä sähkölaitteita. (Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto 2006, 24)

Lois- ja yliaaltovirrat kulkevat vapaasti ala- ja yläjännitteen puolella kuviossa 8. Loistehon ja yliaaltojen kompensointilaitteet imevät myös muuta verkossa esiintyviä virrat. Ylikompensointi voi nostaa rakennuksen jännitettä pahimmillaan 10%. (ST -kortisto 52.51.03,15.5 2006, 2)



Kuvio 8 Lois- ja yliaaltovirrat kulkevat ala- ja yläjännitepuolten välillä.(ST -kortisto 52.51.03 2006, 2)

2.8 Käytetyt kompensointitavat

Kompensointilaitteisto voidaan sijoittaa verkkoon useammalla eri tavalla käyttötarpeesta riippuen. Kompensointitapoja ja niiden käyttökohteita on esitetty taulukossa 3. (ST -kortisto 52.16 2004, 2)

Taulukko 3. Kompensointitavat (ST -kortisto 52.16 2004, 2)

Kompensointitapa	Käyttökohde						
	Valaisimet	Moottorit	Valaisinryhmät	Moottoriyhmät	Ryhmäkeskukset	Pääkeskukset	Yksittäiset kuormitukset
Laitekohtainen kompensointi	X	X					X
Ryhmäkompensointi			X	X			
Keskitetty kompensointi					X	X	
Keskitetty kompensointi yliaaltopitoisessa verkossa					X	X	
Keskitetty kompensointi ja yliaaltojen suodatus					X	X	
Keskitetty, nopea kompensointi tyristorikytketyllä paristolla					X	X	X
Kompensointi ja suodatus aktiivisuodattimella					X	X	X

Laitekohtainen kompensointi

Purkausvalaisimien tehokerroin kompensoimattomana on noin 0,5. Loistehon tarve tällöin on 1.73 KVAR/kW.

Fortumin urakoitsija ohjeen mukaan purkauslampulla toteutettava katu- ja tievalaistus tulee sulakekoosta riippumatta tehdä aina kompensoiduilla valaisimilla tai muulla hyväksyttävällä tavalla. Purkauslappukuorman ryhmäsulakkeen ollessa yli 10 A tulee loistehon purkauslappujen osalta kompensoida vähintään arvoon $\cos 0,9$. Yksittäis- ja ryhmäkompensointi ei saa ylittää laitteen tai laiteryhmän loistehon tarvetta. (Fortum 2011, hakupäivä 18.3.2013)

Tampereen Sähköverkko Oy:n verkossa uusia rinnakkaiskondensaattoriparistoja ei saa asentaa verkkoon. Verkkoon kytkettyjä vanhoja laitteita voidaan käyttää niiden eliniän loppuun. Laitteistoa uusittaessa tai korjattaessa on otettava yhteyttä TSV Oy:n verkkosuunnitteluun. (Tampereen-sähkölaitos 2012, hakupäivä 19.3.2013)

Ryhmäkompensointi

Ryhmäkompensointi soveltuu parhaiten kolmivaiheisen kontaktoriohjatun moottori- tai purkausvalaisin kuorman kompensointiin. Kompensointi kytkeytyy loistehoa tarvitseman kuorman kanssa samanaikaisesti. Kompensointitapana ryhmäkompensointi on verrattavissa laitekohtaiseen kompensointiin. Saneerausta suunniteltaessa rakennuksesta on selvitettävä käytetyt kompensointi menetelmät. Huomioitava ryhmäsulakkeen koko voi olla pienempi, kuin ryhmäjohtossa kulkeva näennäisvirta. (ST -kortisto 52.16 2004, 5)

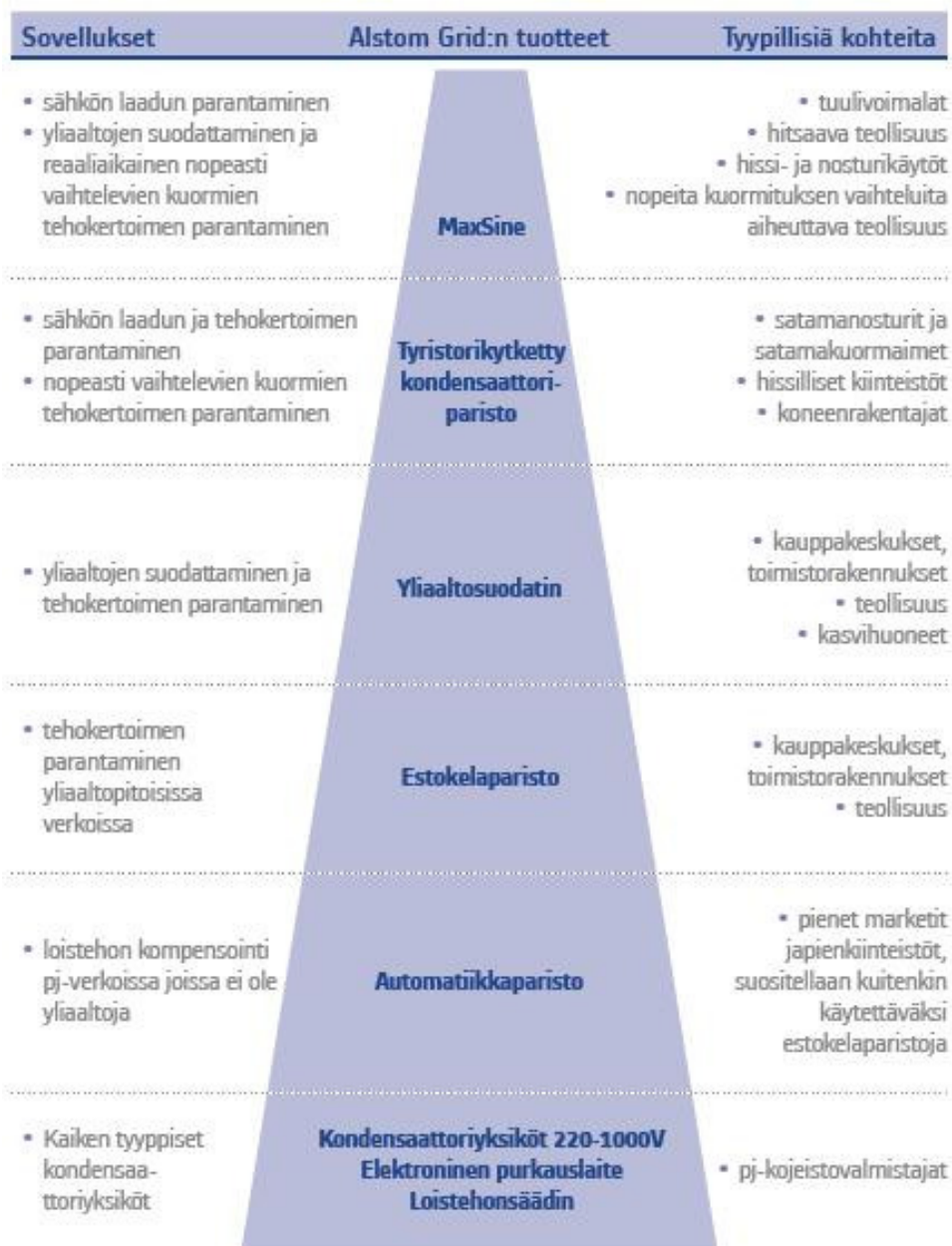
Keskitetty kompensointi

3-vaiheisen kompensointiyksikön perusrakenteen muodostaa kolme kondensaattoria, jotka on kytketty kolmioon. Jokaisen vaiheen väliin jää yksi kondensaattori. Resonanssin estämiseksi kuhunkin vaihehohtimeen on yleensä lisätty kela. Tällainen yksikkö varustetaan kontaktoreilla, varokkeilla ja purkausvastuksella. Suuria kompensointitehoja tuotetaan kytkemällä yksiköitä rinnan. Kontaktorien ohjaus tulee loistehonsäätimeltä, joka kytkee tarvittavan määrän kompensointiyksiköitä käyttöön. (ST -kortisto 52.16 2004, 4)

3 LOISTEHONKOMPENSOINTI ALSTON TUOTTEILLA

Opinnäytetyössä valvotaan NC-12 loistehonsäädintä. Säädin on Alstom Grid Oy:n valmistama tuote. Tuote oli aikaisemmin Nokia Capacitors Oy tuotenimellä, mitä logoa on tuotteessa edelleen käytössä.

Kuviossa 9 on esitelty Alstom:n tuotteet ja käyttökohteen. NC-12 säädintä voimme käyttää kompensoinnin ohjaukseen tyristori- ja MaxSine yksikköä lukuun ottamatta.



Kuvio 9 Alstom Grid tuotteet (Alstom 2013a, hakupäivä 18.3.2013)

3.1 Loistehonsäädin Alstom NC-12

Alstom Grig:n loistehonsäätimet huolehtivat sähköverkon loistehon kompensoinnista kuvassa 1. Säädin mittaa ja valvoo jatkuvasti verkon tilaa. NC-12 loistehonsäätimen käyttösovellutukset kattavat pien- ja keskijänniteverkon kondensaattoriparistojen automaattisen säädön. Säädin soveltuu estokelaparistojen, yliaaltosuodattimien sekä perinteisten automatiikkaparistojen ohjaukseen.

Säätimessä on monikielinen käyttöliittymä sisältäen teksti- ja symbolisanomat, grafiikan, hälytyskirjaukset sekä kommunikaation. Valvontatoiminnot yhdistettynä säätimen automaattiasetteluun takaavat loistehon kompensoinnin optimaalisen käytön. Suojauksena on kondensaattoriyksikön poiskytkentä tarvittaessa. (Alstom 2013a, hakupäivä 18.3.2013)

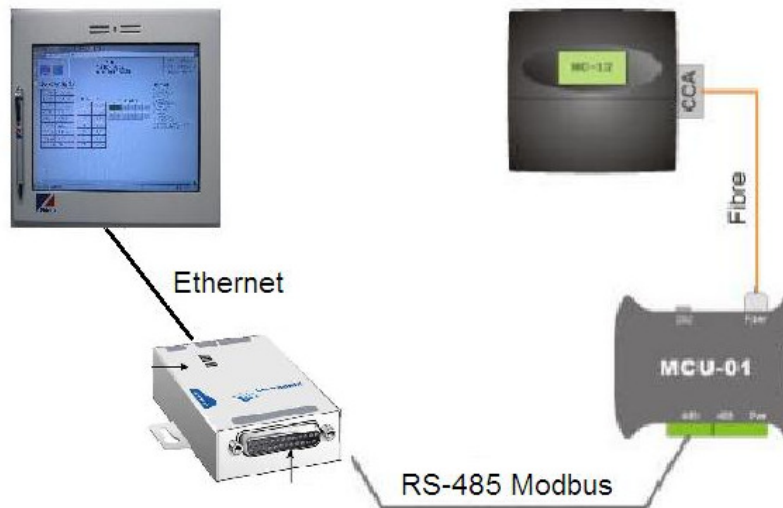
NC-12 säädin sisältää seuraavat ominaisuudet:

- virtasärön mittaus
- verkon virran ja jännitteen graafinen esitys
- kaksi tavoite $\cos\phi$ arvoa valittavissa valikosta tai ulkoisella ohjaustulolla
- Kondensaattoriyksiköiden kunnon tarkkailu
- aikaleimattu hälytyskirjaus, viimeiset viisi hälytystä muistissa
- automaattinen virtamuuntajien napaisuuden tunnistus, havahtumisraja, taajuus 50/60Hz, perusjännitteen/ – virran vaihesiirto, portaiden lukumäärä, porraskuvion asetus ja porrastustapa.



Kuva 1NC-12 loistehonsäädin. (Alstom 2013b, 1)

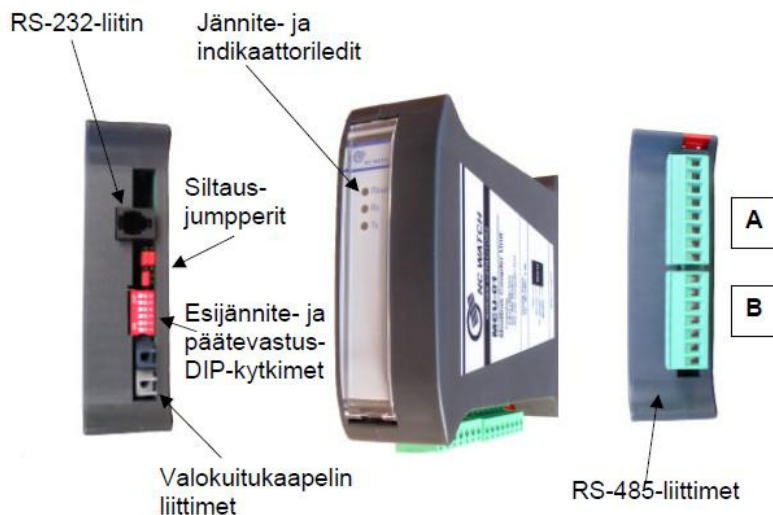
Säätimen tiedonsiirto vaatii kuituliityntäyksikön (CCA-moduuli) kiinnitettäväksi säätimeen. Säätimeltä tiedonsiirto tapahtuu valokuidulla MCU-01 yksikölle. Kuituliitynnän maksimipituus on 30 metriä. MCU-01 itsessään ei tee mitään vaan toimii sovittimena kuidun ja RS-485-väylän välissä. RS-485-väylän maksimipituus on 1 km. Lantronix UDS100 yksikö muuttaa RS-485-modbusväylän Ethernet väyläksi. Ethernet yhteydellä voimme hyödyntää kiinteistön sisäverkkoa ja Fidelixin liityntää atk-verkkoon Kuvassa 2. (Alstom 2013c, 5)



Kuva 2 (Alstom 2013c, 5; Lantronix 2011, 1)

MCU01 siltausjumpereita käytetään väylän valintaan. laitetta voidaan käyttää RS-485 väylän muuttamiseen kuituväyläksi tai RS-232 väyläksi. Modbus-väylässä päätevastukset pitää kytkeä väylän molempiin päihin. Mikäli laite on väylän viimeinen, päätevastus pitää ottaa käyttöön valitsemalla DIP- kytkimellä kuvassa 3.

RS-485-liitimen A-osa on väylän tulevaan kaapelointiin. Liitin sisältää RS-485 2- ja 4-lanka yhteyden kytkemiseen. C/C liitin on liittynnän maaliitin. Tehonsyötön liittimet +10 – 30VDC tai 10 – 20VAC, tehontarve 2W. B-liitin on RS-485-väylän jatkamiseen.



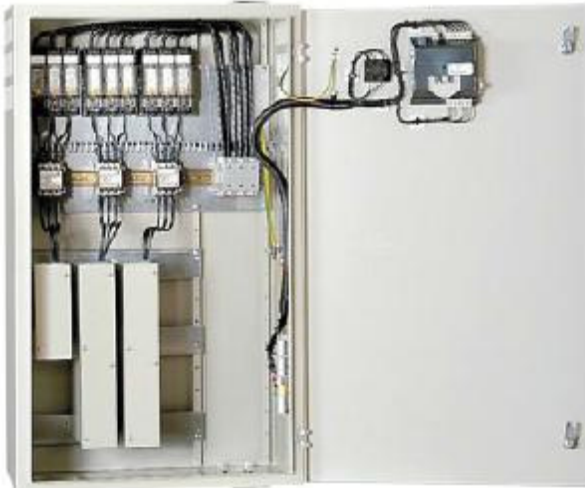
Kuva 3 MCU01 laitekuvaus (Alstom 2013c, 10)

3.2 Automatiikkaparisto seinämalli

Automatiikkaparistoa käytetään keskitettyyn kompensointiin ryhmäkeskuksilla. Automatiikkaparisto koostuu kondensaattoreista muodostetuista yksiköistä, joita ohjaa loistehonsäädin. Säädin ohjaa kondensaattoreita piiriin kuorman tarvitsemaa loistehoa vastaavasti tavoitellun $\cos\phi$ arvon mukaisesti.

Kompensointiyksikössä kondensaattorit, kontaktorit ja sulakkeet on aseteltu teräslevykaappiin. Säädin on asennettu kaapin oveen. Kuvassa 4 on kolmeportainen malli.

Tyypillisesti käytetään pienissä marketeissa ja pienkiinteistöissä. (Alstom 2013a, hakupäivä 18.3.2013)



Kuva 4 Alstom automatiikkaparisto seinämalli (Alstom 2013a, hakupäivä 18.3.2013)

3.2 DW- sarjan estokelaparisto

DW- sarjan paristot on tarkoitettu pientehoisten keskusten loistehon kompensointiin. Paristo voidaan asentaa seinälle tai lattialle kuvassa 5. Vakio porraskoot ovat 3.13, 6.25, 12.5 ja 25 kVAr. Estokelapariston viritystaajuus on 189 Hz. Valmistajalla on tarjolla vakio kokoonpanoja 15,6 -75,0 kVAr:in. Pienen syvyytensä 320mm vuoksi DW- sarjan paristot sopivat myös kapeisiin tiloihin. Paristo on varustettu oven alapuolella olevalla ilmansuodattimella, joka on vaihdettavissa ilman ovea avaamalla. Tyypillisiä käyttökohteita ovat kauppakeskukset, toimistorakennukset, teollisuus ja kiinteistöt. (Alstom 2013a, hakupäivä 18.3.2013)



Kuva 5 Alstom DW sarjan estokelaparisto (Alstom 2013a, hakupäivä 18.3.2013)

3.3 D- sarjan estokelaparisto

D- sarjan paristot on tarkoitettu suuritehoisten keskusten loistehon kompensointiin. Vakio porraskoot 3.13, 6.25, 12.5, 25, 37.5, 50 ja 75 kVAr. Paristojen viritystaajuus on 141Hz tai 189Hz. Pariston ulkomitat ovat pienimmässä kotelossa 600x600x1800mm. Kotelo on varustettu oven alapuolella olevalla ilmansuodatinkasetilla, joka on vaihdettavissa ovea avaamatta. Loistehonsäädin on asennettu oveen kuvassa 6. Kaapeliliitäntä on mahdollista ylhäältä ja alhaalta. Kotelossa on tilanvaraus kytkinvarokkeelle. Tyypillisiä käyttökohteita ovat kauppakeskukset, toimistorakennukset, teollisuus ja kiinteistöt. (Alstom 2013a, hakupäivä 18.3.2013)



Kuva 6 Alstom D-sarjan estokelaparisto (Alstom 2013a, hakupäivä 18.3.2013)

4 FIDELIX-KIIINTEISTÖAUTOMAATIO

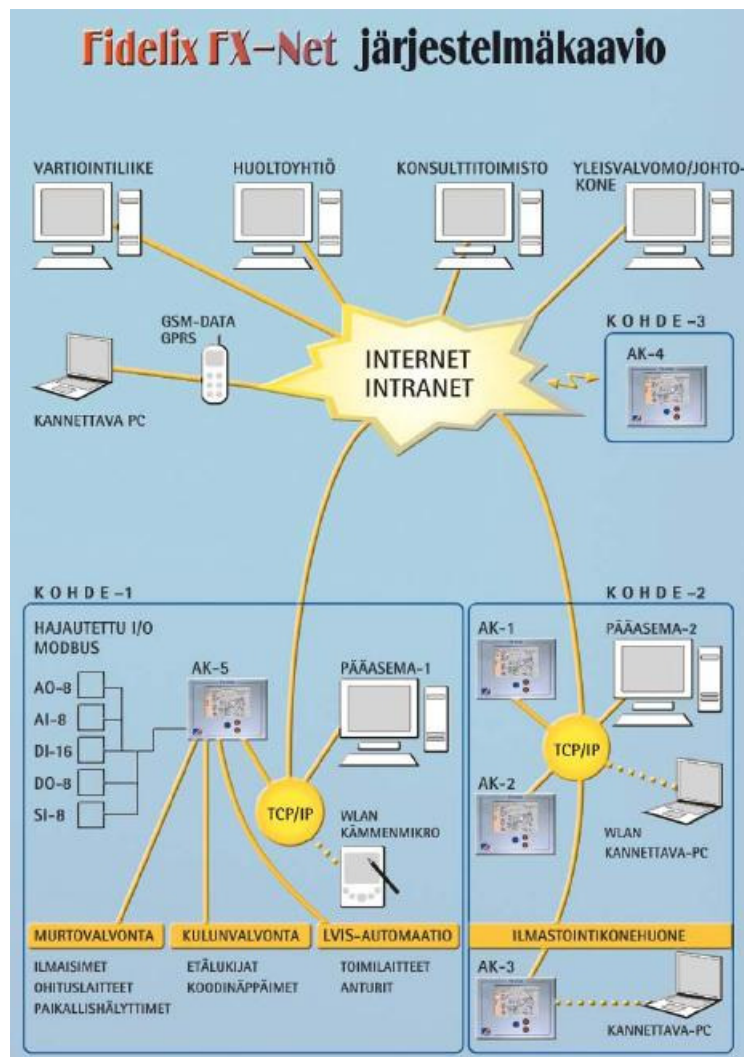
Fidelix on kasvava kotimainen rakennusautomaatio- ja turvajärjestelmiä kehittävä yritys. Fidelix Oy:n avainhenkiöillä on 25 vuoden kokemus alalta. Edistyksellinen tekniikka ja palvelukonsepti perustuvat avoimuuteen ja standardoituihin tekniikoihin.

Fidelix-järjestelmän käyttö tapahtuu tavallisella internet selainkäyttöliittymällä joka tasolla ala-asemassa, valvomossa ja etäyhteyksissä. Selainkäyttöliittymän avulla vältytään erillisiltä laite- ja ohjelmistohankinnoilta.

Fidelix FX-Net-järjestelmän IEC-ohjelmointi perustuu laajasti tunnettuun kansainväliseen ohjelmointistandardiin IEC 61131-1. Fidelixin omat ohjelmointityökalut auttavat ohjelmoimaan nopeasti ja tehokkaasti valmiita funktioita ja graafisia kirjastoja. Ala-asemakohtainen pisteluettelon tekoon käytetään Excel-pohjaista ohjelmaa. Grafiikan tekoon on oma grafiikkaeditori.

Fidelix FX-Net hyödyntää moderneja avoimen standardin mukaisia kommunikaatioteknologioita. FX-Net ala-asemat käyttävät joustavia ja luotettavia Modbus - ja TCP/IP – kommunikaatiotekniikoita. Teollisuusstandardi Modbus tarjoaa tavan yhdistää useammat muut järjestelmät ja laitteet.

Tarkoituksenmukaisella käyttöliittymällä käyttäjät saavat järjestelmästä eniten irti. Fidelix FX-Net-järjestelmän käyttöliittymät perustuvat laajasti käytettyyn HTML-standardiin ja niitä voidaan käyttää tavallisella internet-selaimella kuviossa 10. (Fidelix 2013. hakupäivä 5.2.2013)



Kuvio 10 Fidelix-järjestelmäkaavio (Fidelix www-sivut 2012, hakupäivä 20.2.2012)

4.1 Teknistä tietoa

FX2025A on Vapaasti ohjelmoitava kiinteistöautomaatiojärjestelmän keskuslaite kuvassa 7. FX2025A ala-asemaan liitetään modulit suoraan RS485 modbus yhteydellä portista 3. USB-portti laajennettavissa USB-hubi:lla. ja mediamuuntimella modbus portiksi 4 – 10.

- 10,4” kosketusnäyttö
- Windows CE- käyttöjärjestelmä
- 2 Ethernet – liitäntää
- Modbus RTU (RS-485) – liitäntä moduuleille

- USB liitäntä.
- RS-232 liityntä modeemille
- 128 MB Compact Flash
- Web-palvelin
- hälytysten merkkivalo.



Kuva 7 Fidelix FX2025A keskuslaite

Moduulit

Peruskokoonpanossa kiinteistön kenttälaitteet kytketään moduulikorttien

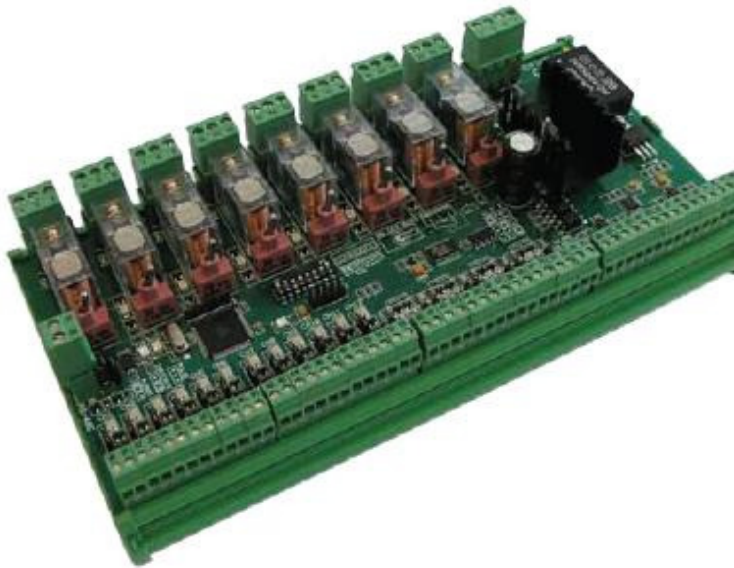
Combi-36 moduli on neljän modalityypin yhdistelmä kuvassa 8. Toiminnot ovat identtiset kun erillisillä moduleilla. Combi-36 moduli näkyy väylällä neljänä erillisenä modulina ja varaa siksi neljä modbus osoitetta.

DI-12 moduliosuutta käytetään potentiaalivapaiden kärkitietojen liittämiseksi järjestelmään. Jokainen piste voidaan yksilöllisesti ohjelmoida indikointipisteeksi, hälytyspisteeksi tai pulssimittaukseksi.

DO-8 modulosuutta käytetään releohjauksiin potentiaalivapilla vaihtokoskettimilla. Vaihtokoskettimia voidaan ohjata myös käsin modulilla olevalta 1-0-AUT käsikytkimellä.

AI-8 modulia käytetään analogisiin mittauksiin. Pisteet voidaan määritellä mittaamaan vastusta, jännitettä tai virtaa. Määrittely tapahtuu modulilla olevien oikosulkupalojen avulla. A/D muuntimen tarkkuus on 20-bittiä.

AO-8 modulia käytetään analogisiin säätölähtöihin. Säätölähdöt ovat 0 – 10 V jännitelähtöjä. Kaikki lähdöt on oikosulkusuojattuja. (Fidelix 2013, hakupäivä 5.2.2013)



Kuva 8 Combi36-moduliyksikkö. (Fidelix 2013, 7)

TCP/IP tiedonsiirto

TCP/IP tiedonsiirtoon Ethernet verkon kautta avuksi tarvitaan Device Server laite, joka tekee muutoksen Kuvassa 9 Ethernet TCP/IP datan ja RS485 datan välillä. Ala-aseman ohjelmoinnissa määritellään haluttuihin moduleihin tai modbus - laitteisiin Lantronixin IP - osoite ja portti. Laitteen parametointi suoritetaan Lantronix Deviceinstaller - ohjelmalla. DS25 Serial portin kytkentä on oltava parametronnin mukainen. Tehon syöttö erillisellä muuntajalla pistokkeeseen tai Serial-portin kautta. Jännite 9-24VAC tai 9-30VDC. Tahontarve suurimmillaan 1W.



Kuva 9 Lantronix yksikkö. (Lantronix 2004, 1)

Modbus tiedonsiirto

Modbus-protokollassa isäntä käskää orjaa toteuttamaan tietyn tehtävän funktiokoodin kautta. Funktiokoodi voi esimerkiksi olla yhden tavun kokoinen kokonaisluku väliltä 1-255. Funktiokoodilla voidaan käskää orjalaitetta muuttamaan digitaalisen lähdön eli tietyn bitin tilaa tai lukemaan vaikkapa analogiatuloa. Orjalaite lukee halutun muistipaikan ja palauttaa sen arvon isännälle. Aluksi pitää avata Modbus-yhteys, jonka jälkeen pystytään vasta käyttämään Modbus-funktioita. (Rinta-Paavola Tuomo 2010, 30).

4.2 Excel-tiedosto

Fidelix ala-aseman pistetietokanta luodaan Excel-pohjaisella suunnitteluohjelmalla. Suunnitteluohjelmalla laadimme pistetietokannan pisteiden yksilölliset tunnuksset, pisteen tyypin määrittelyn ja selite tekstin liitteessä 1. Suunnitteluohjelmalla fyysisille pisteelle määritellään moduuliosoite.

Hälytyspisteille määritellään havaitsemisviive, poistumisviive, avautuvakosketintietotyyppi, hälytysryhmä ja tilateksti. Indikointipisteille määritellään havaitsemisviive, poistumisviive, avautuvakosketintietotyyppi ja tilateksti.

Relelähtöpisteisiin määritellään havaitsemisviive, poistumisviive, tilateksti ja mahdollinen aikaohjelman tunnus. Mittauspisteisiin määritellään

mittauksenyksikkötunnus, trendiseurantaa varten näytteenoton tallennusväli, desimaalien määrä, toleranssi, käytettävän muutostaulukon tunnus.

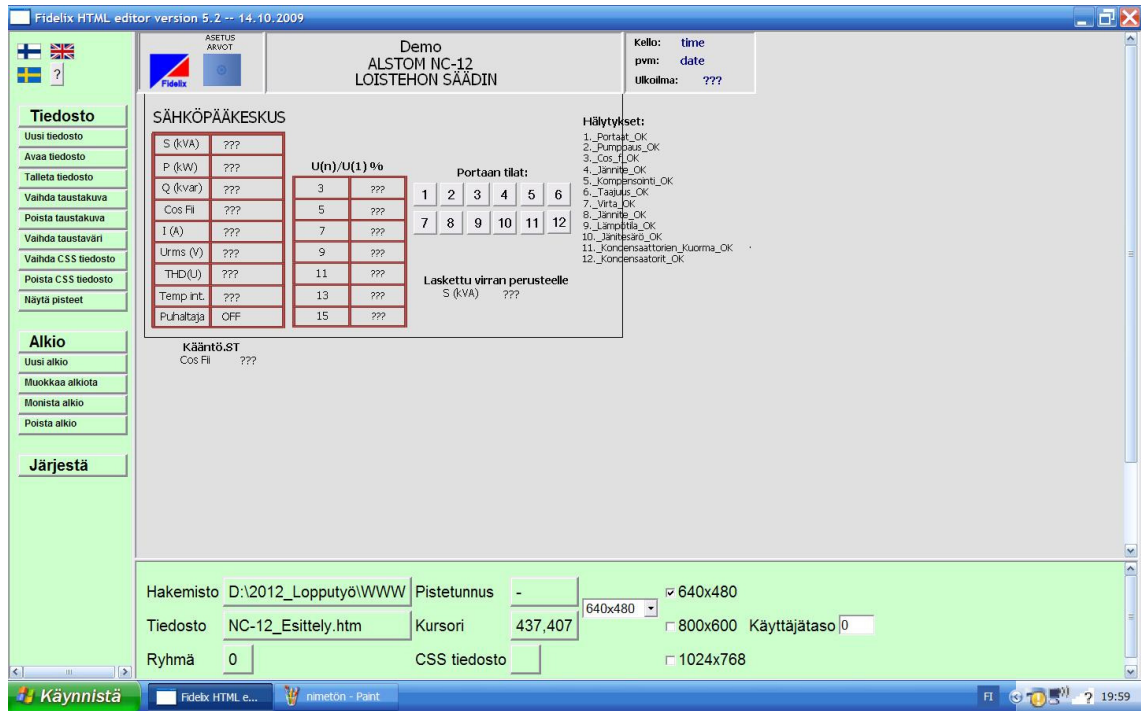
Analogiaohjauspisteisiin määritellään minimijännite, maksimijännite, näytteen tallennusväli, pisteen toiminta vikatilassa ja tarvittaessa aikaohjelman tunnus. Säätopisteet ja aikaohjelmapisteiden luonti, parametointi tapahtuu alakeskuksessa. Moduliosoitteiden lukumäärän perusteella saamme laskettua tarvittavan laitemäärän. Moduliosoitteiden perusteella ohjelmalla muodostetaan kytkentäkuvat. Excel ohjelman SaveAndExit- painike tekee TXT- päätteisen tieoston ja varmuustiedoston Excel-ohjelmasta. TXT -tiedosto siirretään ftp-tiedonsiirtona alakeskukseen ja muodostetaan alakeskuksen pistetietokanta.

4.3 Grafiikkaeditori

FdxHtmlEdit on työkaluohjelma grafiikkakuvien luontiin kuvassa 10. Ohjelmassa on kolme kielivaihtoehtoa ja kielenvaihto tapahtuu maanlippu painikkeesta. Ohjelman käyttö opaste saadaan kielenvalintalippujen luona olevasta kysymysmerkkipainikkeesta. Ohjelmalla luodaan html-protokollan näkymä alakeskukseen. Näkymä koostetaan symbolikirjastosta ja objekteista. Sama symbolikirjasto pitää seurata tuotettua kuvaa alakeskukseen. Objekteina käytettävissä on painonappi-, numerokenttä-, pylväsnäyttö-, teksti- ja kuva-tyyppiset objektit. Jokaiselle symbolille ja objektille jota käytetään alakeskuksen toiminnan esittämiseen, annetaan esitettävän pisteentunnus. Symboleina käytetään myös gif- animaatioita, joilla esitetään esimerkiksi puhaltajasymbolin pyörimisen esitys.

Grafiikka kuva on käyttöliittymä käytettävään toimintoon. Esimerkiksi ilmastointikoneen ohjauksessa luodaan kuva vastaamaan ilmastointikonetta yksinkertaistettuna. Lämpötilamittaukset asetamme kuvassa samalle kohdin kuin suunnittelija on ne säätökaaviossa määrännyt asennettavaksi. Tähän mittauspisteen objektiin pistetunnukseksi tulee alakeskuksen mittauspisteen tunnus. Samalla periaatteella asetellaan hälytys ja ohjauspisteet.

Grafiikka kuva talletetaan ensin pc:n muistiin ja erikseen siirretään ftp- tiedonsiirrolla alakeskuksen. Alakeskuksen aloitussivulle tehdään painike jokaiselle sivulle, joka halutaan kutsua esille.



Kuva 10 Grafiikkaeditori

4.4 IEC-ohjelman esittely

Fidelix alakeskuksen ohjelmointi perustuu laajasti tunnettuun kansainväliseen ohjelmistostandardiin IEC 61131-1. Käytetty ohjelma on Infoteam OpenPCS 2008. Ohjelma tarvitsee Fidelixin lisenssin ja lisenssikoodilla ohjelma on valmis alakeskusten ohjelmointiin. Fidelixin omat ohjelmointityökalut auttavat ohjelmoimaan nopeasti ja tehokkaasti käyttäen valmiita funktioita. (Fidelix 2013, hakupäivä 5.2.2013)

Valmiita funktioita käyttämällä ohjelmointi on sovellusohjelmointia missä määritellään ohjattavien prosessien toimintaperiaatteet ja niihin liittyvät I/O – pisteet. Sovellusohjelmointi voidaan myös ajatella ohjelmarungoksi, jossa aliohjelmat kootaan ja sovitellaan asiakaskohtaiseen prosessiin, esimerkiksi tietyn ilmastointikoneen ohjaus. Fidelixin alakeskus sisältää säätöohjelmat ja aikaohjelmat. Tapahtumaohjelmat tehdään OpenPCS- ohjelmointiohjelmalla ja tuotosta kutsutaan

IEC- ohjelmaksi. Ohjelman toiminnan kuvaus tulee lvi-suunnittelijan laatimista säätökaavioista. Tyypillisesti ovat erilaiset hälytys-, ohjaus- ja sulatus-ohjelmat. Energianhallintaohjelmilla pyritään optimoimaan lämmityksen ja jäähdytyksen rakennuksen käyttötarkoituksen mukaan. (ST- käsikirja 17 2001,103)

OpenPCS- ohjelma käyttää Ethernet-yhteyttä alakeskuksen ohjelman lataukseen ka monitorointiin. OpenPCS- ohjelmaan määritellään yhteysasetuksissa Ajuriksi TCP, sekä käytetty portti ja ala-aseman IP- numero. Ohjelmaa ladattaessa alakeskus ”pysähtyy” latauksen ajaksi ja alakeskus käynnistetään latauksen jälkeen ohjelmointiohjelman painikkeesta.

5 TYÖN SUORITUS

Alstom:n NC-12 toimii itsenäisenä loistehon säätimenä. Säädin kerää kiinteistön sähköverkosta monta kiinteistön hoidolle tärkeää tietoa. Tiedot on luettavissa säätimestä. Säätimen käyttö jo itsessään vaatii perehtymistä säätimeen. Tarkoitus on saada kiinteistönhoidon kannalta tieto helposti esitettyä ja mahdolliset hälytykset nopeasti ja keskitetysti kiinteistön hoidon tietoon. Lisäksi voimme suorata kiinteistön sähkön laatua olemassa olevilla laitteilla.

5.1 Väylän muodostaminen

Fidelixin alakeskus ja Alstom:n NC-12 loistehonsäätimen kommunikaatio protokolla on modbus RTU. Ala-asema on Modbus-master, eli ala-asema tekee kaikki Modbus-protokollan kyselyt väylään. Vastaavasti loistehonsäädin vain vastaa saamaansa modbus kyselyyn.

Loistehonsäätimen parametrivalikosta asetetaan säätimen Modbus-asetuksesta moodiksi LUKU, jolloin kommunikaation kautta vain luetaan tietoja. Säätimen Modbus-osoitteeksi asetetaan 14 ja tiedonsiirtonopeudeksi 9600 bit/s. Säätimeen asennetaan Kuituliitäntä- moduli, mukana tulevan ohjeen mukaisesti. Kuitu liitetään säätimeen MCU01-yksikköön.

MCU01 siltausasetus tehdään RS-485 Modbus 2-lankayhteyden ja säätimen kuituyhteyden mukaan. DIP- kytkimistä otetaan DIP- kytkin 1 ON- tilaan, loput DIP-kytkimet OFF – tilaan. Päätevastus otetaan käyttöön 2- lanka kytkennässä. Laitteeseen tuodaan jännite ja laite on toimintavalmis.

Lantronix muuttaa RS-485 Modbus yhteyden Ethernet TCP- yhteydeksi. Lantronix parametroidaan tarveitamme vastaavaksi TCP- yhteys asetukset ja Modbus-asetukset seuraavasti:

- IP Address on 10.100.1.58
- Subnet Mask on 255.255.255.0
- Gateway Address on 10.100.1.1
- Serial Protocol on RS485 – 2 wire

- Speed on 9600
- Charader Size on 8
- Parity on Even
- Stopbit on 1
- Flow Control on None
- Remote IP Address on 10.100.1.199
- Remote Port on 10006
- Local Port on 10001.

Lantronix laitteen kytkennät suoritetaan ja kytketään jännite. Laite on toimintavalmis.

5.2 Säätimen muuttujat

Tutustun NC-12 loistehonsäätimen Modbus-rekisterin sisältäviin funktioihin liitteessä 2. Luettavia funktioita on 70 kpl ja ovat säätimen käyttämiä funktioita. NC-12 säätimen funktioita on kuutta eri tyyppiä, mikä pitää huomioida ohjelmoinnissa.

Loistehonasiantuntijaa varten on tarve tehdä grafiikkasivu, jossa kaikki luettavat funktiot esitetään. kuvassa 11. Hälytys- ja indikointipisteitä luetaan useampia samasta funktiosta, joten grafiikassa esitettäviä pisteitä on 90 kpl. Alakeskuksen maksimipistemäärä on 2000 kpl, josta loistehon säädin tarvitsee 4,5 % kokonaispistemäärästä.

NC-12_Esittely	NC-12			
Pätöteho	???	Read 1. Active Power W S32	U Harmonien 3.	???
Loisteho	???	Read 3. Reactive Power Var S32	U Harmonien 5.	???
Näennäisteho	???	Read 5. Apparent Power VA S32	U Harmonien 7.	???
Pätövirta	???	Read 7. Acctive Current mA S32	U Harmonien 9.	???
Loisvirta	???	Read 9. reactive Current mA S32	U Harmonien 11.	???
Näennäisvirta	???	Read 11. Apperant Current mA S32	U Harmonien 13.	???
Jännite	???	Read 13. Voltage V U32	U Harmonien 15.	???
Porras1:Kytkentöjenmäärä	???	Read 15. Relay 1 : Number of connections U32	U Harmonien 17.	???
Porras2:Kytkentöjenmäärä	???	Read 17. Relay 2 : Number of connections U32	U Harmonien 19.	???
Porras3:Kytkentöjenmäärä	???	Read 19. Relay 3 : Number of connections U32	U Harmonien 21.	???
Porras4:Kytkentöjenmäärä	???	Read 21. Relay 4 : Number of connections U32	Virta RMS L1-vahessa	???
Porras5:Kytkentöjenmäärä	???	Read 23. Relay 5 : Number of connections U32	Porras 1 OK	Read 60 U Irms /L1. U16
Porras6:Kytkentöjenmäärä	???	Read 25. Relay 6 : Number of connections U32	Porras 2 OK	Read 61:1 Broken status of relays: bit/relay 1=ON U16
Porras7:Kytkentöjenmäärä	???	Read 27. Relay 7 : Number of connections U32	Porras 3 OK	Read 61:2 Broken status of relays: bit/relay 1=ON U16
Porras8:Kytkentöjenmäärä	???	Read 29. Relay 8 : Number of connections U32	Porras 4 OK	Read 61:3 Broken status of relays: bit/relay 1=ON U16
Porras9:Kytkentöjenmäärä	???	Read 31. Relay 9 : Number of connections U32	Porras 5 OK	Read 61:4 Broken status of relays: bit/relay 1=ON U16
Porras10:Kytkentöjenmäärä	???	Read 33. Relay 10 : Number of connections U32	Porras 6 OK	Read 61:5 Broken status of relays: bit/relay 1=ON U16
Porras11:Kytkentöjenmäärä	???	Read 35. Relay 11 : Number of connections U32	Porras 7 OK	Read 61:6 Broken status of relays: bit/relay 1=ON U16
Porras12:Kytkentöjenmäärä	???	Read 37. Relay 12 : Number of connections U32	Porras 8 OK	Read 61:7 Broken status of relays: bit/relay 1=ON U16
Käyttötuntilaskuri	???	Read 39. Operation time of the regulator U32	Porras 9 OK	Read 61:8 Broken status of relays: bit/relay 1=ON U16
Sarjanumero	???	Read 41. Serial Number U32	Porras 10 OK	Read 61:9 Broken status of relays: bit/relay 1=ON U16
Ohjelmaversio	???	Read 43. Software Version U16	Porras 11 OK	Read 61:10 Broken status of relays: bit/relay 1=ON U16
Jännitesäro	???	Read 44. Voltage distortion U16	Porras12 OK	Read 61:11 Broken status of relays: bit/relay 1=ON U16
Cos fi arvo	???	Read 45. CosPhi U16		Read 61:12 Broken status of relays: bit/relay 1=ON U16
Portaan 1 Tila	???	Read 46:1 Status of relays: bit/relay 1=ON U16	Aktiivinen hälytys 1	Portaati OK
Portaan 2 Tila	???	Read 46:2 Status of relays: bit/relay 1=ON U16	Aktiivinen hälytys 2	Pumppaus OK
Portaan 3 Tila	???	Read 46:3 Status of relays: bit/relay 1=ON U16	Aktiivinen hälytys 3	Cos f OK
Portaan 4 Tila	???	Read 46:4 Status of relays: bit/relay 1=ON U16	Aktiivinen hälytys 4	Jännite OK
Portaan 5 Tila	???	Read 46:5 Status of relays: bit/relay 1=ON U16	Aktiivinen hälytys 5	Kompensointi OK
Portaan 6 Tila	???	Read 46:6 Status of relays: bit/relay 1=ON U16	Aktiivinen hälytys 6	Taajuus OK
Portaan 7 Tila	???	Read 46:7 Status of relays: bit/relay 1=ON U16	Aktiivinen hälytys 7	Virta OK
Portaan 8 Tila	???	Read 46:8 Status of relays: bit/relay 1=ON U16	Aktiivinen hälytys 8	Jännite OK
Portaan 9 Tila	???	Read 46:9 Status of relays: bit/relay 1=ON U16	Aktiivinen hälytys 9	Lämpötila OK
Portaan 10 Tila	???	Read 46:10 Status of relays: bit/relay 1=ON U16	Aktiivinen hälytys 10	Jänitesäro OK
Portaan 11 Tila	???	Read 46:11 Status of relays: bit/relay 1=ON U16	Aktiivinen hälytys 11	Kondenssaattorien Kuorma OK
Portaan 12 Tila	???	Read 46:12 Status of relays: bit/relay 1=ON U16	Aktiivinen hälytys 12	Kondenssaattorit OK
Talennettu hälytys 1	???	Read 47:1 Alarm bits in word U16	Vimmaisin Hälytys	???
Talennettu hälytys 2	???	Read 47:2 Alarm bits in word U16	Hälytyslista	???
Talennettu hälytys 3	???	Read 47:3 Alarm bits in word U16	Tunnistettu taajuus	???
Talennettu hälytys 4	???	Read 47:4 Alarm bits in word U16	Tehon suunta	???
Talennettu hälytys 5	???	Read 47:5 Alarm bits in word U16	Puhalltimen releen tila	???
Talennettu hälytys 6	???	Read 47:6 Alarm bits in word U16		
Talennettu hälytys 7	???	Read 47:7 Alarm bits in word U16		
Talennettu hälytys 8	???	Read 47:8 Alarm bits in word U16		
Talennettu hälytys 9	???	Read 47:9 Alarm bits in word U16		
Talennettu hälytys 10	???	Read 47:10 Alarm bits in word U16		
Talennettu hälytys 11	???	Read 47:11 Alarm bits in word U16		
Talennettu hälytys 12	???	Read 47:12 Alarm bits in word U16		
Sisäinen Lämpötila	???	Read 48 Internal Temperature S8		
Ulkoinen Lämpötila	???	Read 49 External Temperature S8		

Kuva 11 NC-12 funktiot alakeskuksen grafiikkassa.

Loistehonsäätimelle luodaan alakeskukseen pisteet Excel-pohjaisella ohjelmalla. Hälytyspisteitä on 24 kpl. Hälytyspisteinä esitetään NC-12 säätimen hälytykset taulukosta 4. Hälytyspisteiksi määritellään myös portaiden valvonta. Portaan vikaantuminen tuottaa hälytyksen. Indikointipisteiksi määritellään portaiden tilatieto, joita on 12 kpl. Grafiikassa voimme esittää portaan toimintatilan värisymbolein. Modbus-rekisterin muut pieteet esitetään alakeskuksessa mittauspisteinä. Esimerkki Excel-tiedostosta liitteesä 1.

Taulukko 4 NC-12 säätimen hälytykset (Alstom 2013b, 30)

Hälyn nro.	Hälytys	Kuvaus	Hälytysrajat
1	Portaat loppu	Ei kytkettäviä portaita jäljellä. Verkko on yhä induktiivinen ja enemmän portaita tarvitaan.	
2	Pumppaus	Jatkuva päälle -tai poiskytkentäpyyntö.	10 min
3	Epänorm. Cos ϕ	Virta kulkee, mutta cos ϕ normaalialueen ulkopuolella.	Ind. < 0.50, kap. < 0.80
4	Alijännite		80%
5	Ylikompensointi	Ei enää pois päältä kytkettäviä portaita jäljellä, verkko on silti yhä kapasitiivinen.	
6	Taajuusvirhe	Käynnistyksessä havaittu taajuus ei ole 50 Hz eikä 60Hz.	+/- 2 Hz nimellisarvosta käynnistyksessä.
7	Ylivirta		115% nimellisarvosta
8	Ylijännite		110%(30 min) tai 120%(1 min)
9	Yliämpö	Jos ulkoinen lämpöanturi on kytketty, vain ulkoista lämpötilaa tarkkaillaan.	Lämpötilan hälytysraja, oletuksena 50°C
10	Jännitesärö	Harmoninen jännitesärö liian korkea.	THD(U) hälytysraja, oletuksena 7%.
11	Kond. ylikuorma	Harmoninen jännitesärö aiheuttaa kondensaattoreihin liian suuren virran, kondensaattorin ylikuormituskerroin I_{RMS}/I_1 liian suuri.	I_{RMS}/I_1 hälytysraja, oletuksena 1.5.
12	Kondens. vika	Kondensaattorien kapasitansseja mitataan ja valvotaan kytkentöjen ja katkaisujen aikana. Porrasvalvontaa varten on asetettava porraskoot (ks. Parametrit/Porrasetukset).	Kondensaattoriarvo < 75 % nimellisestä.

5.3 IEC-ohjelmointi

IEC-ohjelman laadinnassa huomioidaan ohjelman maksimi koko on 64 kilotavua. Ohjelma kokonaisuus saadaan pysymään kooltaan pienenä ja helppokäyttöisenä laadittaessa ohjelma kaksi osaisena. Alakeskuksen piste- ja porttimäärityksiä varten tehdään ST-ohjelama (Structured Text) Liitteessä 3. Tiedostosta tehdään mahdollisimman yksinkertainen, joka on kopioitavissa seuraaviin kohteisiin, sekä määritykset ja pistetiedot on selkeästi muutettavissa. ST-ohjelman muuttuja NC12 kutsuu käyttöönsä funktio-ohjelman Alstom_NC12.ST liitteessä 4.

Funktioohjelmaa Alstom_NC12.ST käyttää Fidelix ala-keskuksen Modbus-master kyselijänä. Alakeskus sisältää modbuslaitteiden rekisterikyselyyn funktioblokin GenericModbus642FB, jota lukee jokaisen loistehonsäätimen rekisteripaikan lukemiseen. Loistehosäätimen pätöteho on rekisterialueella 4 (INPUT rekisterit) ja järjestyksessä paikassa 1. Ohjelmoidaan modbus-kyselyn loistehon modbus osoitteeseen 14, alakeskuksen posrtista 6 aloitusrekisteri on nolla alueella 4. Kysytty rekisteri on 32-bittinen etumerkillinen muuttuja. Pätötehon on aina suurompi kuin nolla, joten riittää luettavaksi rekisterin ensimmäisen sana. Paikka sisältää pätötehon watteina. Lauseessa jakajana käytetään 1000, jolla saadaan pätöteho esitettyä kilowatteina. Ohjelma palauttaa NC_12_Loisteho.ST:n kautta alakeskukseen pätötehon arvon.

5.4 Alakeskuksen parametointi

Alakeskukseen on luotu pistetietokanta loistehon säätimen pisteistä. IEC-ohjelmassa määritellään portiksi 6. Alakeskukseta aukaistaan portin 6 ja määrittellään sen Modbus over TCP – tyyppiseksi kuvassa 12.

Porttien asetukset

Portti 1 Modeemi 9600 RAS server käynnissä

Portti 3 Modbus N82 57600 Lähetysviive (ms) 0

Portti 4 Modbus N82 38400 Lähetysviive (ms) 0

Portti 5 Modbus N82 19200 Lähetysviive (ms) 0

Portti 6 Modbus over TCP Lähetysviive (ms) 0

Portti 7 Vapaa

Portti 8 Vapaa

Portti 9 Vapaa

Portti 10 Vapaa

M-BUS lähetysviive (ms) 5000

Debug GSM modem

Kuva 12 Alakeskuksen porttiasetus.

Alston NC-12 loistehonsäätimen modbus-yhteyttä varten alakeskukseen luodaan modbuslaitteita kuvassa 13. Porttimääritys tulee sama kuin avattu TCP- portti ja IEC-ohjelmaan määritelty portti. Modbuslaitteen osoite on IEC-ohjelmassa määritelty ja loistehonsäätimeen määritelty samaksi. Rekisterityypiksi valitaan alavetovalikosta ”4=INPUT REGS(READ=4)” valinta. Aloituserkisteriksi merkitään nolla ja rekisterien määräksi 20. Debug ruutu jätetään tyhjäksi. TCP/IP moduli ruudun valitsemalla tulee näkyviin IP-osoitekenttä ja IP-portti kenttä. IP-osoitteeksi tulee Lantronix:n IP-osoite. IP-portti asetus tarkoittaa alakeskuksen lähtevää porttia ja porttina käytetään 10001. Vastaanoton odotusaika (ms) määräytyy verkon ominaisuuksista ja tässä käytössä asetetaan arvoksi 1000. Alakeskuksessa painetaan vasemman reunan lisää painiketta ja Modbus-laite on lisätty alakeskukseen.

Modbuslaitteita luodaan alakeskukseen IEC-ohjelmoinnin vaatima määrä. Loistehon säätimen IEC-ohjelma tarvitsee seitsemän kappaletta Modbuslaitteita.

Hälytykset						
Ohjelmointi	06.014	3=HOLDING	1	20	Port=6	Kommunikaatio Ok
	06.014	3=HOLDING	21	20	Port=6	Kommunikaatio Ok
	06.014	4=INPUT	0	20	Port=6	Kommunikaatio Ok
	06.014	4=INPUT	20	20	Port=6	Kommunikaatio Ok
	06.014	4=INPUT	40	2	Port=6	Kommunikaatio Ok
	06.014	4=INPUT	42	3	Port=6	Kommunikaatio Ok
	06.014	4=INPUT	45	4	Port=6	Kommunikaatio Ok
	06.014	4=INPUT	49	20	Port=6	Kommunikaatio Ok
	06.014	4=INPUT	69	2	Port=6	Kommunikaatio Ok

Modbuslaitteet
 Lisää
 Korjaa
 Poista

Porttinumero 6 Modbuslaitteen osoite 14

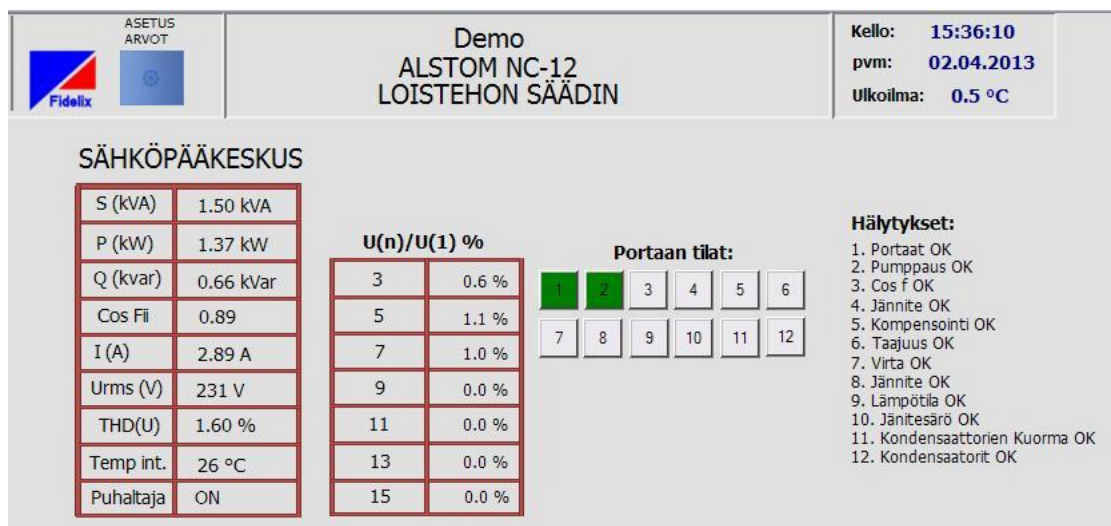
Rekisterien tyyppi	4=INPUT REGS (READ=4)	TCP/IP moduli	<input checked="" type="checkbox"/>
Aloituserkisteri	40	IP osoite	10.100.1.58
Rekisterien määrä	2	IP portti	10001
Debug	<input type="checkbox"/>		

Sanomia yhteensä	48
Virheitä nyt	0
Virheitä enimmillään	0
Virheitä yhteensä	0
Viimeisin virhekoodi	Ok
Vastaanoton odotusaika (ms)	10000

Kuva 13 Modbus - laitteen parametointi

5.5 Käyttäjätason grafiikkakuva

Käyttäjätason grafiikkakuvan laadinnassa mukaillaan kohteen mukaista graafista esitystapaa. Avautuvan näkymän on palveltava monen eri koulutus ja kokemustaustan henkilöitä. Suvulta tulee nähdä heti ja selkeästi asioiden olevan kunnossa kuvassa 14. Vastaavasti hälytystilanteissa hälytykset vilkkuvat punaisena kuittaamiseen asti. Portaiden vikaantumista tulevat hälytykset on piilotettu. Kuvaa laatiessa esitetään käyttäjän kannalta olennaisimmat asiat.



Kuva 14 Käyttäjätason grafiikka kuva

6 TESTAUS

Lantronix:n toiminnassa olon testaus tapahtuu pc:n selain yhteydellä. Lantronix vastaa IP- numeroonsa avaamalla käyttäjätunnus ikkunan. Tästä tietää yhteyden toimivan.

Alakeskukseen on luotu pisteet ja grafiikka siirretty. IEC- ohjelman lataamisen jälkeen luodaan alakeskukseen Modbus-laitteet. Modbus-laitteiden kommunikaatiota seuraamalla näkee miten modbus-liikenne toimii. Sanomien määrä laskurin tulee kasvaa jatkuvasti. Virhemäärille on omat laskurinsa. Toimivassa ympäristössä virheiden kokonaismäärä pitää jäädä pieneksi. Debug toiminto valittuna tekee kyseisen Modbus-laitteen viestiliikenteestä listausta. Listausta on luettavissa ala-aseman www-kansiossa Debug.txt tiedostosta.

Tiedonsiirron toimiessa Lantronix:n tiedonsiirron merkkivalo vilkkuu. MCU01 yksikön indikaattori ledit vilkkuvat tiedonsiirron merkiksi. Viestiliikenne on kunnossa ja toimii moitteettomasti.

Loistehonsäätimeen pitää testausta varten asentaa virtamuuntaja. Loistehonsäädin on kytketty LN- kytkentäkaavion mukaan. Vaihejännite on tällöin 230V. Jännite näkyy oikein. Tehoarvot loistehonsäädin näyttää kolmivaihetehoina. Mittauspisteet näyttävät saman lukeman kuin itse loistehon säädin. Mittauspisteet toimivat. $\text{COS}\phi$ arvo kapasitiiviselle puolelle tarvitsi erillisen ohjelman. Modbus-rekisterissä $\text{cos}\phi$ on etumerkitön 16 -bittinen rekisteri.

Portaiden tilatieto saadaan asettamalla porrastilatilatiedot käsikäytöllä päälle. Porrastilatiedot toimivat. Hälytyksiä ei luotettavasti demo versiolla saa testattua. Hälytykset tulee testata lopullisessa asennuksessa ja tarkistaa myös hälytysten oikea hälytystaso.

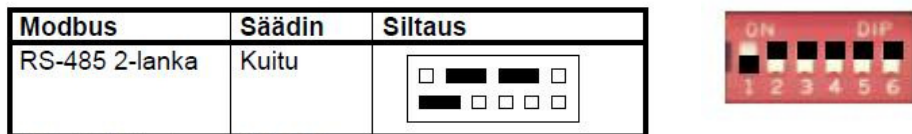
7 OHJE -TIEDOSTO

Alstom NC-12 loistehonsäätimen kommunikaatio FX2025 alakeskuksen kanssa.

Loistehonsäätimen parametrit voidaan lukea alakeskukseen.

Yhteyden muodostaminen

Loistehonsäätimeen liitetään CCA- kuituliitäntä yksikkö. Kuitu asennetaan CCA-yksikön ja MCU01-väylämuuntimeen. Muuntimen siltaus- ja päätevastus ohje kuvassa 15. RS-485 liittimen 4A tulee Modbus A-johdin ja A5 liittimeen Modbus B-johdin.



Kuva 15 MCU:n siltaus ja päätevastus (Alstom 2013c, 13)

Lantronix muuntimeen Sarjaportiksi RS485- 2 Wire. nopeus loistehonsäätimestä. Character Size on 8, Parity on Even, Stopbit on 1 ja Flow Control on None. IP-osoitteet määräytyy käytetyn verkon mukaan.

Alakeskukseen luodaan Taulukon 5 mukaiset Modbus-laitteet. Käytetty portti ja Modbus-laitteen osoite määritellään myös IEC- ohjelmassa. Modbus-osoite on myös loistehonsäätimeen asetettu. TCP/IP moduli ruutu valitaan. IP-portti 10001 ja IP-osoite on käytetyn Lantronix laitteen IP-numero.

Taulukko 5 Modbus-laitteet alakeskuksessa

06.014	3=HOLDING	1	20	Port=6	Kommunikaatio Ok
06.014	3=HOLDING	21	20	Port=6	Kommunikaatio Ok
06.014	4=INPUT	0	20	Port=6	Kommunikaatio Ok
06.014	4=INPUT	20	20	Port=6	Kommunikaatio Ok
06.014	4=INPUT	40	2	Port=6	Kommunikaatio Ok
06.014	4=INPUT	42	3	Port=6	Kommunikaatio Ok
06.014	4=INPUT	45	4	Port=6	Kommunikaatio Ok
06.014	4=INPUT	49	20	Port=6	Kommunikaatio Ok
06.014	4=INPUT	69	2	Port=6	Kommunikaatio Ok

Toiminta vaatii alakeskukseen IEC- ohjelman. Ohjelman erikseen saatavilla pyydettyäessä.

8 POHDINTA

Loistehon säätimen arvoja seuraamalla saamme reaaliaikaiset mittausarvot U, I, P, Q ja harmoniset yliaallot etävalvontana. Etävalvonta auttaa löytämään sähköverkon kehittämiskohteet, mikä on lähtökohta tulevaisuuden hankkeille. Epäsuotuisat olosuhteet ja mahdolliset ongelmat huomataan nopeasti. Ratkaisut parantavat sähkönlaatua kompensoimalla loistehoa ja suodattamalla harmonisia yliaaltoja. Erilaisia verkkoanalysointilaitteita on olemassa, mutta laitteen käyttö vaatii asiaan perehtynyttä kokemusta. Kustannustehokkaampaa on lukea jo olemassa olevasta laitteesta tiedot.

Toimiva kompensointilaitteisto kustannukset tulevat nopeasti kuoletettua verrattuna loistehosta maksettuun siirtomaksuun. Alstom:n esitteessä jopa 18kk. Opinnäytetyössä on käytetty 4 vuoden maksuaika ja varsin pientä loistehoa laskelmissa. Tällä perusteella kompensointiyksikköön investointi arviointia voi suositella kiinteistönomistajille jo pienilläkin moottorikuormilla.

Yliaaltopitoiset kiinteistöverkot ovat tulevaisuudessa haasteellisia. Kolmas yliaalto summautuu nollajohtimeen. Nollajohtimessa ei ole ylikuormitussuojausta ja osassa asennuksissa pen-johtimen poikkipinta-ala on puolet vaihejohtimen poikkipinta-alasta. Nollajohtimen kuormitusta kiinteistön hoitajan on mahdoton tunnistaa ennen todellista ongelmaa tilannetta. Taajuusmuuttajia kuormia sisältävissä kiinteistöissä viides ja seitsemäs yliaallot ovat merkitseviä ja aiheuttavat jännitteen säröytymistä.

Loistehonsäätimen seurannassa yhteyden tekeminen oli yksi vaikeimmista osasuorituksista. Modbus-protokollasta on olemassa monia eri variaatioita ja yhteyttä muodostettaessa pitää monta eri yksityiskohtaa parametreja. Säätimen viestin pariteetin tulee olla even, minkä muutoksen Lantronix yksikössä pystyi tekemään. Tähän sain Alstom:lta asiantuntevaa neuvoa.

Fidelixin ohjelmistotyökalut ovat helppokäyttöisiä ja minulle ennestään tuttuja. Opinnäytetyössä tarjoutui mahdollisuus syventyä ohjelmointiin tarkemmin. Ohjelmointi testauksineen oli toinen haastava osuus työssä. Ohjelmoinnissa onnistuminen antaa valmiuksia toteuttaa muitakin vastaavia väyläohjauksia.

LÄHTEET

- ABB 2000. Loistehon kompensointi ja yliaaltosuojaus. TTT-käsikirja,
- Alstom 2013a. Pienjännitustuotteiden tuoteopas. Hakupäivä 18.3.2013.
<<http://www.alstom.com/Global/Finland/Resources/Documents/Pienj%c3%a4nnetuotteiden%20tuoteopas.pdf>>
- Alstom 2013b. NC-12 käyttöohje versio: V 140308. Alstom Grid Oy
- Alstom 2013c. NC-12 Modbus -sovellus, asennus- ja käyttöohje. Alstom Grid Oy
- Fidelix www-sivut 2012, hakupäivä 20.2.2012. <<http://fidelix.fi>>
- Fidelix 2013. Automaatio- ja turvallisuusratkaisut tehokkaaseen kiinteistöhallintaan. Hakupäivä 5.2.2013.
<http://www.fidelix.fi/documents/Fidelix_yleisesite_v4.7_2013.03.11_FIN_WEB.pdf>
- Fortum 2011. Yleisohjeet sähköurakoitsijoille ja suunnittelijoille. Hakupäivä 18.3.2013.
<https://www.fortum.fi/countries/fi/SiteCollectionDocuments/Sahkon-siirto-ja-liittymat/Urakoitsijaohje_fi.pdf>
- Lantronix 2004. UDS10 User Guide.
- Mitsubishi electric 2013. Inverter FR-D700 instruction manual.
- Rinta-Paavola Tuomo 2010. Ethernet-pohjaisen Modbus-kortin hyödyntäminen QT Creatorilla. Insinöörityö. Metropolia Ammattikorkeakoulu.
- ST -kortisto 52.15. 2004. Loistehon kompensointi pienjänniteverkossa. Sähkötieto ry.
- ST -kortisto 52.16. 2004. Kompensointi- ja yliaaltosuodatinlaitteet ja niiden sijoitus pienjänniteverkossa. Sähkötieto ry.
- ST -kortisto 52.51.03. 2006. Sähkönlaatu Harmoniset yliaallot. Sähkötieto ry.
- ST- käsikirja 17. 2001. Rakennusautomaatio-järjestelmät. Sähkötieto ry.
- Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry. 2006. Yliaallot ja kompensointi. STUL ry.
- Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry. 2010. Sähköasennukset 3. STUL ry.
- Oulun Energia Oy 2010. Loistehon kompensointi. Hakupäivä 8.3.2013.
<<http://www.oulunenergia.fi/file.php?fid=915>>
- Tampereen-sähkölaitos 2012. Loistehon kompensointi. Hakupäivä 19.3.2013.
<https://www.tampereensahkolaitos.fi/sahkoverkkopalvelut/sahkoverkkoonliittymien/TSV-urakoitsijalle/Documents/Loistehon%20hinnoittelu-%20ja%20kompensointiohje%20TSV_01-12-2012_internet.pdf>

LIITTEET

Liite 1	Excel-tiedosto
Liite2	NC-12 Modbus - rekisteri
Liite3	IEC- Ohjelma ST- osa
Liite4	IEC- Ohjelma Funktio osa

Microsoft Excel -interfaasi näyttää dokumentin NCI2_ALSTOM.xls. Työpöytä sisältää tiedostot Käynnistä, ALSTOM-NC-12.ppt, 2012_Loppu työ, Microsoft Excel -ohjelma ja Valmis.

Excel-työpöydän ruudussa on avoinna taulukko, joka sisältää seuraavat tiedot:

Point name	Variable part	AL	AL	AL	AL	AL	AL	DO	DO	IND	IND	AI	AI	AI	AI	AO	AO	AO	CTRL	TT
8	DDDD	EEE	FFFF																	
9	NCI2	TE	01									10M								
10	NCI2	TE	02									10M								
11	NCI2	TE	03F									10M								
12	NCI2	TE	04									10M								
13	NCI2	TE	05F									10M								
14	NCI2	TE	06									10M								
15	NCI2	TE	07									10M								
16	NCI2	TE	08									10M								
17	NCI2	TE	09									10M								
18	NCI2	TE	10									10M								
19	NCI2	TE	11									10M								
20	NCI2	TE	12									10M								
21	NCI2	TE	13									10M								
22	NCI2	TE	14									10M								
23	NCI2	TE	15									10M								
24	NCI2	TE	16									10M								
25	NCI2	TE	17									10M								
26	NCI2	TE	18									10M								
27	NCI2	TE	19									10M								
28	NCI2	TE	20									10M								
29	NCI2	TE	21									10M								
30	NCI2	TE	22									10M								
31	NCI2	TE	23									10M								
32	NCI2	TE	24F									10M								
33	NCI2	TE										10M								
34	NCI2	TE										10M								
35	NCI2	TE										10M								
36	NCI2	TE										10M								
37	NCI2	TE										10M								
38	NCI2	TE										10M								
39	NCI2	TE										10M								

Excel-ruudussa on myös nähtävissä seuraavat tekstikentät:

- Point name filled part: 2, 3, 4, 5, 6, 7
- AKO1
- Check PointTable lines
- Print Preview all
- Zoom all
- Point name build order: 2, 8, 7, 9, 10, 11, 12, 7, 1
- Device name build order: 8, 7, 9
- Point text fields: ALSTOM1 Paroiveno, ALSTOM2 Loistehö, ALSTOM3F Loistehö laskettu aivo, ALSTOM3 Näennästeho, ALSTOM4 Paroivita, ALSTOM4 mittaus 5 F, ALSTOM5 Loistevita, ALSTOM5 näennäsvita, ALSTOM7 Jännite, ALSTOM8 Kytkentoiminta, ALSTOM9 Kytkentoiminta, ALSTOM10 Kytkentoiminta, ALSTOM11 Kytkentoiminta, ALSTOM12 Kytkentoiminta, ALSTOM13 Kytkentoiminta, ALSTOM14 Kytkentoiminta, ALSTOM15 Kytkentoiminta, ALSTOM16 Kytkentoiminta, ALSTOM17 Kytkentoiminta, ALSTOM18 Kytkentoiminta, ALSTOM19 Kytkentoiminta, ALSTOM20 Kytkentoiminta, ALSTOM21 Sarjanumero, ALSTOM22 Ohjelmaversio, ALSTOM23 Jännitesäätö, ALSTOM24F

Excel-työpöydän alareunassa on nähtävissä työkaluriba ja statusrivi. Työkaluriba sisältää esimerkiksi tallennus-, tulostus- ja siirto-ikoneja. Statusrivi näyttää nykyisen näytteen suurentamisasteen (75%) ja ajan (11:58).

Microsoft Excel - Käsittely

2012_Loppuptyo

Käynnistä

ALSTOM NC-12.ppt [...]

2012_Loppuptyo

Microsoft Excel - Käsittely

nimeion - Paint

12:01

NC12_ALSTOM.xls [Yhteensopiva tila]

Tiedosto Aloitus Lisää Siuna asettu
Kaavat Tiedot Tarkista Näytä

Leikepöytä Fontti Arial 10 Tasaus Numero Tyylit

H22 fx 0

1 Version A B C D E F G H I J K L M N

2 123 Delete points Count points Add Modules Check Module and Point number of Points

3 SaveAndExit Delete modules Zoom all Add Pointtable points to Pointlist

AL	Name	Test	Po	Modu	Poi	On	Del	Off	Del	Open	State	Text	Priority	Alarm	Gro
7	Write DefaultValues into this line		6	?	?	?	0	5	5	0	HAL	YTYYS	1	K	RYHMA
8	AKO1_NC12_TE85_H	AKO1 ALSTOM 85 Kondensatorin Viik Hällyty	6	0	0	0	0	5	5	0	HAL	YTYYS	1	K	RYHMA
9	AKO1_NC12_TE84_H	AKO1 ALSTOM 84 Kondensatorin jilknuoma	6	0	0	0	0	5	5	0	HAL	YTYYS	1	K	RYHMA
10	AKO1_NC12_TE83_H	AKO1 ALSTOM 83 Kondensatorin jilknuoma	6	0	0	0	0	5	5	0	HAL	YTYYS	1	K	RYHMA
11	AKO1_NC12_TE82_H	AKO1 ALSTOM 82 Jäähäesäiö Hällyty	6	0	0	0	0	5	5	0	HAL	YTYYS	1	K	RYHMA
12	AKO1_NC12_TE81_H	AKO1 ALSTOM 81 Ylähäme Hällyty	6	0	0	0	0	5	5	0	HAL	YTYYS	1	K	RYHMA
13	AKO1_NC12_TE80_H	AKO1 ALSTOM 80 Ylähäme Hällyty	6	0	0	0	0	5	5	0	HAL	YTYYS	1	K	RYHMA
14	AKO1_NC12_TE79_H	AKO1 ALSTOM 79 Täijusvirkte Hällyty	6	0	0	0	0	5	5	0	HAL	YTYYS	1	K	RYHMA
15	AKO1_NC12_TE78_H	AKO1 ALSTOM 78 Ylähäme Hällyty	6	0	0	0	0	5	5	0	HAL	YTYYS	1	K	RYHMA
16	AKO1_NC12_TE77_H	AKO1 ALSTOM 77 Ällähäme Hällyty	6	0	0	0	0	5	5	0	HAL	YTYYS	1	K	RYHMA
17	AKO1_NC12_TE76_H	AKO1 ALSTOM 76 Epänhäme Cos Fil Hällyty	6	0	0	0	0	5	5	0	HAL	YTYYS	1	K	RYHMA
18	AKO1_NC12_TE75_H	AKO1 ALSTOM 75 Punnpuus Hällyty	6	0	0	0	0	5	5	0	HAL	YTYYS	1	K	RYHMA
19	AKO1_NC12_TE74_H	AKO1 ALSTOM 74 Porraat loppu Hällyty	6	0	0	0	0	5	5	0	HAL	YTYYS	1	K	RYHMA
20	AKO1_NC12_TE73_H	AKO1 ALSTOM 73 Porraat 12 rikki Hällyty	6	0	0	0	0	5	5	0	HAL	YTYYS	1	K	RYHMA
21	AKO1_NC12_TE72_H	AKO1 ALSTOM 72 Porraat 11 rikki Hällyty	6	0	0	0	0	5	5	0	HAL	YTYYS	1	K	RYHMA
22	AKO1_NC12_TE71_H	AKO1 ALSTOM 71 Porraat 10 rikki Hällyty	6	0	0	0	0	5	5	0	HAL	YTYYS	1	K	RYHMA
23	AKO1_NC12_TE70_H	AKO1 ALSTOM 70 Porraat 9 rikki Hällyty	6	0	0	0	0	5	5	0	HAL	YTYYS	1	K	RYHMA
24	AKO1_NC12_TE69_H	AKO1 ALSTOM 69 Porraat 8 rikki Hällyty	6	0	0	0	0	5	5	0	HAL	YTYYS	1	K	RYHMA
25	AKO1_NC12_TE68_H	AKO1 ALSTOM 68 Porraat 7 rikki Hällyty	6	0	0	0	0	5	5	0	HAL	YTYYS	1	K	RYHMA
26	AKO1_NC12_TE67_H	AKO1 ALSTOM 67 Porraat 6 rikki Hällyty	6	0	0	0	0	5	5	0	HAL	YTYYS	1	K	RYHMA
27	AKO1_NC12_TE66_H	AKO1 ALSTOM 66 Porraat 5 rikki Hällyty	6	0	0	0	0	5	5	0	HAL	YTYYS	1	K	RYHMA
28	AKO1_NC12_TE65_H	AKO1 ALSTOM 65 Porraat 4 rikki Hällyty	6	0	0	0	0	5	5	0	HAL	YTYYS	1	K	RYHMA
29	AKO1_NC12_TE64_H	AKO1 ALSTOM 64 Porraat 3 rikki Hällyty	6	0	0	0	0	5	5	0	HAL	YTYYS	1	K	RYHMA
30	AKO1_NC12_TE63_H	AKO1 ALSTOM 63 Porraat 2 rikki Hällyty	6	0	0	0	0	5	5	0	HAL	YTYYS	1	K	RYHMA
31	AKO1_NC12_TE62_H	AKO1 ALSTOM 62 Porraat 1 rikki Hällyty	6	0	0	0	0	5	5	0	HAL	YTYYS	1	K	RYHMA
32	MD														
33	Name	Test	Po	Modu	Poi	On	Del	Off	Del	Open	State	Text	Tri	State	Off
34	Write DefaultValues into this line		6	?	?	?	0	5	5	0	SEIS	KAY	0		
35	AKO1_NC12_TE36_I	AKO1 ALSTOM porras 12 tilatieto	6	0	0	0	0	5	5	0	SEIS	KAY	0		
36	AKO1_NC12_TE35_I	AKO1 ALSTOM porras 11 tilatieto	6	0	0	0	0	5	5	0	SEIS	KAY	0		
37	AKO1_NC12_TE34_I	AKO1 ALSTOM porras 10 tilatieto	6	0	0	0	0	5	5	0	SEIS	KAY	0		
38	AKO1_NC12_TE33_I	AKO1 ALSTOM porras 9 tilatieto	6	0	0	0	0	5	5	0	SEIS	KAY	0		
39	AKO1_NC12_TE32_I	AKO1 ALSTOM porras 8 tilatieto	6	0	0	0	0	5	5	0	SEIS	KAY	0		
40	AKO1_NC12_TE31_I	AKO1 ALSTOM porras 7 tilatieto	6	0	0	0	0	5	5	0	SEIS	KAY	0		
41	AKO1_NC12_TE30_I	AKO1 ALSTOM porras 6 tilatieto	6	0	0	0	0	5	5	0	SEIS	KAY	0		
42	AKO1_NC12_TE29_I	AKO1 ALSTOM porras 5 tilatieto	6	0	0	0	0	5	5	0	SEIS	KAY	0		
43	AKO1_NC12_TE28_I	AKO1 ALSTOM porras 4 tilatieto	6	0	0	0	0	5	5	0	SEIS	KAY	0		
44	AKO1_NC12_TE27_I	AKO1 ALSTOM porras 3 tilatieto	6	0	0	0	0	5	5	0	SEIS	KAY	0		
45	AKO1_NC12_TE26_I	AKO1 ALSTOM porras 2 tilatieto	6	0	0	0	0	5	5	0	SEIS	KAY	0		
46	AKO1_NC12_TE25_I	AKO1 ALSTOM porras 1 tilatieto	6	0	0	0	0	5	5	0	SEIS	KAY	0		

Pointtable Pointlist PointCount Mod_DI Mod_DO Mod_AI Mod_AO Mod_COMBI Mod_SFI

7 Käyttöönotto

7.1 Modbus-muuttujataulukot NC-12 loistehonsäätimelle

Modbus-muuttujataulukot esitetään taulukoissa ensiksi suomenkielisinä ja seuraavaksi englanninkielisinä.

7.1.1 Modbus funktiokoodi 4,

- 32-bittinen luku esitetään kahtena muuttujana.
- 32-bittinen luku jaetaan kahteen osaan, ensimmäisenä eniten merkitsevä 16-bitt. osa, toisena vähiten merkitsevä 16-bitt. osa.
- 8-bittiset luvut talletetaan 16-bittisinä, 16-bittinen luku on pienin esitysmuoto Modbus-protokollassa.

Taulukko 8: Muuttujatyypien selitteet

Tyyppi / Type	
S32	Etumerkillinen 32-bitt. luku / Signed 32-bit value
U32	Etumerkitön 32-bitt. luku / Unsigned 32-bit value
S16	Etumerkillinen 16-bitt. luku / Signed 16-bit value
U16	Etumerkitön 16-bitt. luku / Unsigned 16-bit value
S8	Etumerkillinen 8-bitt. luku / Sing-extended 8-bit value
U8	Etumerkitön 8-bitt. luku / Unsigned 8-bit value

Taulukko 9: Luettavien muuttujien taulukko

Numero / Number	Nimi / Name	Yksikkö / Unit	Tyyppi / Type
1	Pätöteho / Active Power	W	S32
3	Loisteho / Reactive Power	var	S32
5	Näennäisteho / Apparent Power	VA	S32
7	Pätövirta / Active Current	mA	S32

NC-12
Modbus-sovellus

KÄYTTÖOHJE



Numero / Number	Nimi / Name	Yksikkö / Unit	Tyyppi / Type
9	Loisvirta / Reactive Current	mA	S32
11	Näennäisvirta / Apparent current	mA	S32
13	Jännite / Voltage	V	U32
15	Porras 1: Kytkentöjen määrä / Relay 1: Number of connections		U32
17	Porras 2: Kytkentöjen määrä / Relay 2: Number of connections		U32
19	Porras 3: Kytkentöjen määrä / Relay 3: Number of connections		U32
21	Porras 4: Kytkentöjen määrä / Relay 4 Number of connections		U32
23	Porras 5: Kytkentöjen määrä / Relay 5 Number of connections		U32
25	Porras 6: Kytkentöjen määrä / Relay 6 Number of connections		U32
27	Porras 7: Kytkentöjen määrä / Relay 7 Number of connections		U32
29	Porras 8: Kytkentöjen määrä / Relay 8 Number of connections		U32
31	Porras 9: Kytkentöjen määrä / Relay 9 Number of connections		U32
33	Porras 10: Kytkentöjen määrä / Relay 10 Number of connections		U32
35	Porras 11: Kytkentöjen määrä / Relay 11 Number of connections		U32
37	Porras 12: Kytkentöjen määrä / Relay 12 Number of connections		U32
39	Käyttötuntilaskuri / Operation time of the regulator	h	U32
41	Sarjanumero / Serial Number		U32
43	Ohjelmistoversio / Software version		U16
44	Jännitesärö / Voltage distortion	0,1%	U16
45	Cos f : Pos=Ind, Neg=Kap 100=1.00 / Cos f : Pos=Ind, Neg=Cap 100=1.00	0,01	S16
46	Portaiden tilat: bitti/porras 1=PÄÄLLÄ / Status of relays: bit/relay 1=ON		U16
47	Tallennetut hälytykset, bitit taulukossa 13 / Latched alarms (alarms in memory) bits in table 13		U16
48	Sisäinen lämpötila / Internal temperature	°C	S8

Numero / Number	Nimi / Name	Yksikkö / Unit	Tyyppi / Type
49	Ulkoinen lämpötila / External temperature	°C	S8
50	U harmoninen 3. / U harmonics 3.	0,1%	U16
51	U harmoninen 5. / U harmonics 5.	0,1%	U16
52	U harmoninen 7. / U harmonics 7.	0,1%	U16
53	U harmoninen 9. / U harmonics 9.	0,1%	U16
54	U harmoninen 11. / U harmonics 11.	0,1%	U16
55	U harmoninen 13. / U harmonics 13.	0,1%	U16
56	U harmoninen 15. / U harmonics 15.	0,1%	U16
57	U harmoninen 17. / U harmonics 17.	0,1%	U16
58	U harmoninen 19. / U harmonics 19.	0,1%	U16
59	U harmoninen 21. / U harmonics 21.	0,1%	U16
60	IRMS/I1	0,01	U16
61	Rikkinäiset portaat: bitti/porras 1=PÄÄLLÄ / Broken status of relays: bit/relay 1=ON		U16
62	Aktiiviset hälytykset: katso taulukko 13 / Active alarms: see table 13		U16
63	Hälytyslista, viimeisin hälytys (hälytys koodi, 0=ei hälytystä) / Alarm table, last alarm (alarm code, 0=no alarm)		U8
64			U8
65			U8
66			U8
67	Hälytyslista, vanhin hälytys / Alarm table, earliest alarm		U8
68	Tunnistettu taajuus 1=50Hz, 2=60Hz / Detected frequency 1=50Hz, 2=60Hz		U8
69	Cos f etumerkki: Tehon suunta 0=Suora, -1=Käänteinen (generaattori) / Cos f sign: Flow of power 0=Direct, -1=Reverse (generator)		S8
70	Puhallin releen tila 1=PÄÄLLÄ 0=POIS / Status of fan relay 1=ON 0=OFF		U8

7.1.2 Modbus funktiokoodit 6, ja 3

Huom. Erikoistoiminnot etumerkittömille 16 bitt. maskatuille alueille.

Kijoitettu arvo on bittikohtaisesti maskattu seuraavasti:

Arvo=(Arvo ja min.arvo) tai max.arvo

Bitt. 1 max.arvo = aina 1, bitt. 0 min.arvo = aina 0

\$ = heksadesimaaliesitys

Project ALSTOM_12

VAR

```

NC12 : ALSTOM_NC12;
Result : int;
Muntol : real;

```

(*ALstom NC-12
Loistehosäätimestä luettavat pisteet 4.4.2012 Esa Kokko
)

```

NC12 (
  modbus_address := 14,
  port := 6,

```

(* Read 1. Active Power W S32 *)
 (* 'NC12_TE02_M'Read 3. Reactive Power Var S32 *)
 (* Read 5. Apparent Power VA S32 *)
 (* Read 7. Active Current mA S32 *)
 (* Read 9. reactive Current mA S32 *)
 (* Read 11. Apperant Current mA S32 *)
 (* Read 13. Voltage mA U32 *)
 (* Read 15. Relay 01 : Number of connections U32 *)
 (* Read 17. Relay 02 : Number of connections U32 *)
 (* Read 19. Relay 03 : Number of connections U32 *)
 (* Read 21. Relay 04 : Number of connections U32 *)
 (* Read 23. Relay 05 : Number of connections U32 *)
 (* Read 25. Relay 06 : Number of connections U32 *)

Output

infoteam OpenPCS Version: 6,5,6,10114
 infoteam SmartSIM (Intel 80386) under licence of © 1996-2010 infoteam Software AG, Germany
 Fidelix substation Fx2020 (Intel 80386) under licence of © 1996-2010 infoteam Software AG, Germany
 Fidelix Multi-24 (CORTEX) under licence of © 1996-2010 infoteam Software AG, Germany

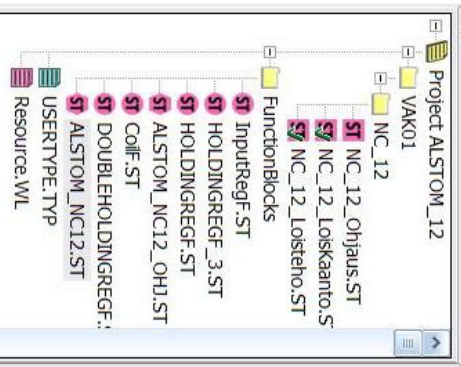
Changing hardware to Fidelix substation Fx2020

Ln 1 Col 1

Käynnistä infoteam Open...

12:43

Project



```

VAR
  NC12 : GenericModbus642FB;
  udiResult : udiint;
  Result : int;

```

```

(*
  Alstom NC-12 loistehon säädin 24.3.2012 Esa Kokko
  S32=signed 32-bit value, U32= Unsigned 32-bit value,
  S16=signed 16-bitvalue, U16= Unsigned 16-bit value,
  S8=sing-extended 8-bit value, U8=Unsigned 8-bit value.
  *)
  (*****
  NC12 (Send:=0, Module:=modbus_address, Port:= port, startRegister:=0, RegisterType:=4);
  if NC12.datavalid = 1 then

```

```

    (* Read 1. Active Power W S32 *)
    NC12.Reg1 := HoldingRegF(id_string := id_ActivePower, RegValue := NC12.Reg1, rMultiplier :=1000.0);
    (* Read 3. Reactive Power Var S32 *)
    udiResult := DoubleHoldingRegF(id_String:=id_ReactivePower, HighRegValue:=NC12.Reg3, LowRegValue:=NC12.Reg2,
    (* Read 5. Apperant Power VA S32 *)
    udiResult := DoubleHoldingRegF(id_String:=id_Apparentpower, HighRegValue:=NC12.Reg5, LowRegValue:=NC12.Reg4,
    (* RRead 7. Active Current mA S32 *)
    NC12.Reg7 := HoldingRegF(id_String := id_ActiveCurrent, RegValue := NC12.Reg7, rMultiplier :=1000.0);
    (* Read 9. reactive Current mA S32 *)
    udiResult := DoubleHoldingRegF(id_String:=id_ReactiveCurrent, HighRegValue:=NC12.Reg9, LowRegValue:=NC12.Reg8,
    (* Read 11. Apperant Current mA S32 *)

```

POUs Variables

- F_TRIG
- GenericModbus2FB
- GenericModbus642FB
- GenericModbus4FB
- GenericModbusFB

infoteam OpenPCS Version: 6,5,6,10114
 infoteam SmartSIM (Intel 80386) under licence of © 1996-2010 infoteam Software AG, Germany
 Fidelix substation Fx2020 (Intel 80386) under licence of © 1996-2010 infoteam Software AG, Germany
 Fidelix Multi-24 (CORTEX) under licence of © 1996-2010 infoteam Software AG, Germany
 Changing hardware to Fidelix substation Fx2020

Ln1 Col1